



Aalborg Universitet

AALBORG UNIVERSITY
DENMARK

Skærpede krav til nybyggeriet 2010 og fremover

Økonomisk analyse

Aggerholm, Søren

Publication date:
2009

Document Version
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication from Aalborg University](#)

Citation for published version (APA):
Aggerholm, S. (2009). *Skærpede krav til nybyggeriet 2010 og fremover: Økonomisk analyse*. SBI forlag. SBI Nr. 2009:04

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at vbn@aub.aau.dk providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Skærpede krav til nybyggeriet 2010 og fremover

Økonomisk analyse



Skærpede krav til nybyggeriet 2010 og fremover

Økonomisk analyse

Søren Aggerholm

Titel	Skærpede krav til nybyggeriet 2010 og fremover
Undertitel	Økonomisk analyse
Serietitel	SBi 2009:04
Udgave	1. udgave
Udgivelsesår	2009
Forfatter	Søren Aggerholm
Sprog	Dansk
Sidetæl	66
Emneord	Energistrategi, energikrav, nybyggeri, Bygningsreglement, lavenergibyggeri, lavenergiklasser, varmeforsyning, energibehov.
ISBN	978-87-563-1362-9
Omslag	Foto: Colourbox
Udgiver	Statens Byggeforskningsinstitut, Dr. Neergaards Vej 15, DK-2970 Hørsholm E-post sbi@sbi.dk www.sbi.dk

Eftertryk i uddrag tilladt, men kun med kildeangivelsen: *SBi 2009:04: Skærpede krav til nybyggeriet 2010 og fremover. Økonomisk analyse. (2009)*

Forord

Analyserne i denne rapport er udført for Erhvervs- og Byggestyrelsen samt Energistyrelsen og indgår i arbejdet med at udarbejde en ny energistrategi i 2009. Strategien forventes blandt andet at munde ud i ny, skærpede energikrav til nybyggeriet i Bygningsreglementet fra 2010, samt en skitse for yderligere stramning af energikravene til nybyggeriet i 2015 og 2020. Det videre forløb vil dog afhænge af de politiske beslutninger.

Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet
Energi og miljø
Februar 2009

Søren Aggerholm
Forskningschef

Indhold

Forord	3
Indhold	4
1 Formål	6
2 Forudsætninger og antagelser	7
2.1 Lavenergiklasserne og energibehovsreduktion	7
2.2 Prisscenarier	8
2.3 Primærenergifaktorer	9
3 Nybyggeriet	10
3.1 Varmeforsyning i nybyggeriet	10
3.2 Nybyggeriets karakteristika	11
4 Eksempel bygningerne	12
4.1 Energibehov og -mål	12
4.2 Energiudgift	13
4.3 Miljøbelastning	13
5 Energitiltag	14
5.1 Parcelhus	15
5.2 Rækkehus	15
5.3 Etagehus	16
5.4 Administrationsbygning	16
5.5 Kontorhus	17
6 Investering	18
6.1 Parcelhus	19
6.2 Rækkehus	20
6.3 Etagehus	21
6.4 Administrationsbygning	22
6.5 Kontorhus	23
7 Økonomi	24
7.1 Parcelhus	25
7.2 Rækkehus	27
7.3 Etagehus	29
7.4 Administrationsbygning	31
7.5 Kontorhus	33
8 Miljø	35
8.1 Parcelhus	36
8.2 Rækkehus	38
8.3 Etagehus	40
8.4 Administrationsbygning	42
8.5 Kontorhus	44
9 Klimaskærmens isolering	46
9.1 Klimaskærm eksklusive vinduer	46
9.2 Vinduer	46
10 Samlet investering	47
10.1 Investering	47
10.2 Minimering af investering	48
10.3 Ny fjernvarmefaktor	48
11 Byggeomkostninger	50
11.1 Samlede byggeomkostninger	50
11.2 Lette ydervægge	50
11.3 Gulvbelægning	51
12 Konklusion	52
Bilag 1. Basis parcelhus	55
Bilag 2. Basis rækkehus	57
Bilag 3. Basis etagehus	59

Bilag 4. Basis administrationsbygning.....	61
Bilag 5. Basis kontorhus.....	63
Bilag 6. Eksempler på lavenergibyggeri.....	65

1 Formål

En række eksempler har allerede vist, at det i praksis er muligt at opføre byggerier, som opfylder kravene til lavenergibyggeri i bygningsreglementet. De fleste af eksemplerne er enfamiliehuse opført som lavenergibyggeri klasse 2 og 1, her iblandt også større samlede bebyggelser samt passivhuse. Der er også enkelte eksempler på større bygninger opført som lavenergibyggeri i klasse 2, herunder et etageboligbyggeri opført som passivhus. Se i øvrigt oversigten i bilag 6 over lavenergibyggeri og passivhuse i Danmark. Eksemplerne viser, at det er muligt med allerede kendte og anvendte bygge- og installationsløsninger at opføre lavenergibyggeri i Danmark.

Formålet med analyserne beskrevet i denne rapport er derfor alene at vurdere den privatøkonomiske rentabilitet for bygningsejerne ved stramning af Bygningsreglementets energiramme krav til nyt byggeri.

Der er ikke på nuværende tidspunkt gennemført egentlige evalueringer af de arkitektoniske og indeklimateæssige konsekvenser af at opføre bygninger som lavenergibyggeri klasse 2 og 1. Der er dog ikke noget der tyder på, at det i sig selv skulle have en negativ indflydelse på arkitekturen eller indeklimaet, at opfylde kravene i bygningsreglementet til lavenergibyggeri klasse 2 og 1. Men der er jo stor frihedsgrad og derfor mulighed for meget forskelligartede løsninger. Nogle af de mange forskellige løsninger kan muligvis have uheldig indflydelse på fx arkitektur, holdbarhed og indeklima. Det er derfor særdeles relevant at evaluere de lavenergibyggerier, som bliver opført, for at kunne hjælpe byggebranchen med at optimere de gode løsninger og undgå eventuelt dårlige løsninger.

2 Forudsætninger og antagelser

Ved beregning af den privatøkonomiske rentabilitet er der anvendt forudsætninger og antagelser som angivet i det følgende.

Alle priser er 2008 priser ekskl. moms. Energiforbrugerne er inkl. afgifter, svarende til den energipris, som private forbrugere, erhverv og offentlige institutioner mv. betaler for energiforbrug til rumopvarmning. Priserne for især fjernvarme varierer en del mellem de enkelte fjernvarmeverker. Der er derfor anvendt gennemsnitspriser for Danmark vægtet efter de enkelte værkers energileverance til bygningerne. De anvendte energipriser fremgår af Tabel 2.11.

Byggepriserne er bruttopriser fra V&S prishåndbøger. For enkelte nye typer løsninger fx en ny type energiruder og solceller, har det været nødvendigt at basere priserne på oplysninger fra leverandørerne.

Ved opgørelse af investering og omkostninger er det alene meromkostningerne ved tiltagene til den energimæssige forbedring, som er afgørende, og der er derfor anvendt marginalbetragtninger. Det betyder, at det ikke er den samlede pris for fx en ydervæg, som indgår i opgørelsen, men kun den ekstra omkostning, som er forbundet med at isolere ydervægge bedre. Eventuelle følgeomkostninger fx i form af bredere fundamenter til tunge ydervægge med øget isolering er også indregnet i marginalomkostningerne.

I Tabel 2.11 er der også vist CO₂-udledning for brændslerne. For fjernvarme og el er CO₂-udledning gennemsnitstal for den samlede danske fjernvarme- og elproduktion i henhold til Energistyrelsens opgørelser.

Tabel 2.11. Energiforbruger og CO₂-udledning for brændsler og energiforbrug

Brændsel	Energiforbruger	Miljøfaktor
	kr/kWh	kg-CO ₂ /kWh
Fjernvarme	0,40	0,130
Naturgas	0,70	0,204
El	1,50	0,547

2.1 Lavenergiklasserne og energibehovsreduktion

I Tabel 2.1.1 er vist sammenhængen mellem lavenergiklasse og relativt energibehov for boliger og andre bygninger. Referencen er Bygningsreglementets nuværende energiramme. Det relative energibehov er opgjort uden eventuelle tillæg til energirammen, som kan opnås i bygninger med særlige krav til fx ventilation, belysning eller brugstid. Energirammen uden tillæg er typisk af størrelsesordenen 80 - 90 kWh/år pr. m²-etageareal i enfamiliehuse, 70 - 80 kWh/år pr. m²-etageareal i etageboliger og 90 - 100 kWh/år pr. m²-etageareal i kontorer mv. I etageboliger med små lejligheder kan tillægget til energirammen på grund af bygningsreglementets ventilationskrav være af størrelsesordenen 10 - 25 kWh/år pr. m²-etageareal. I kontorer mv. vil et eventuelt tillæg til energirammen variere meget efter om-

stændighederne. I bygninger med helt specielle krav til ventilation, belysning og brugstid, kan tillægget forøge rammen med 50 - 100 %.

Lavenergiklasse "0" er det politisk udmeldte mål for nye bygninger i 2020. Lavenergiklasse "0" er endnu ikke fastlagt i bygningsreglementet. I det følgende er det antaget, at den er præcis 25 % af den nu gældende energiramme, selv om det giver et skævt tal i kWh/år pr. m²-etageareal. Klasse "0" er i øvrigt ikke en officiel betegnelse men blot anvendt her for nemheds skyld.

Tabel 2.1.1. Lavenergiklasse og relativt energibehov i pct. for boliger og andre bygninger i henhold til BR08. Klasse "0" er endnu ikke fastlagt i bygningsreglementet og derfor blot sat til 25 % af den gældende energiramme.

Bygningstype	BR08	Klasse 2	Klasse 1	Klasse "0"
Boliger	100	71,7	50,0	25,0
Kontorer mv.	100	73,7	52,6	25,0

2.2 Prisscenarier

Ved vurderingen af den privatøkonomiske rentabilitet er der anvendt tre prisscenarier.

Traditionelle byggeløsninger og aktuelle energipriser

I scenariet med traditionelle byggepriser og aktuelle energipriser er V&S byggepriser og energipriserne i Tabel 2.11 anvendt direkte.

Optimerede byggeløsninger og aktuelle energipriser

I scenariet med optimerede byggeløsninger er der set på, hvordan omkostningen ved de enkelte tiltag må forventes at udvikle sig over de næste par år. For de fleste tiltag må det forventes, at den øgede fokus på energieffektive løsninger vil øge konkurrence og produktudvikling, således at det vil blive billigere at gennemføre tiltagene. En sådan prisudvikling er tidligere set i forbindelse med fx energiruder og kondenserende kedler og er på vej indenfor andre produkter samt bygge- og installationsløsninger. Ved opgørelse af de fremtidige omkostninger med anvendelse af optimerede byggeløsninger er der holdt fast i marginalbetragtningen, således at eventuelle besparelser ved at opfylde de eksisterende energikrav ikke er inddraget i beregningerne. Energipriserne er fortsat som i Tabel 2.11.

Optimerede byggeløsninger og 50 % højere energipriser

Det er rimeligt svært at spå om energiprisernes udvikling. På lang sigt må det forventes, at energipriserne mindst stiger med samme takt som alt andet. På kort sigt kan der være store udsving. Dertil kommer at den privatøkonomiske rentabilitet i lige så stor udstrækning er påvirket af skatter og afgifter herunder især energiafgiftens størrelse. For at perspektivere betydningen af energipriserne for den privatøkonomiske rentabilitet er der derfor også lavet et scenarie, hvor energipriserne momentant antages at stige 50 %. I dette scenarie er der anvendt priserne for optimerede byggeløsninger, som beskrevet i det foregående scenarie.

De anvendte byggepriser for de enkelte tiltag er nærmere specificeret i kapitel 5: Energiltag.

2.3 Primærenergifaktorer

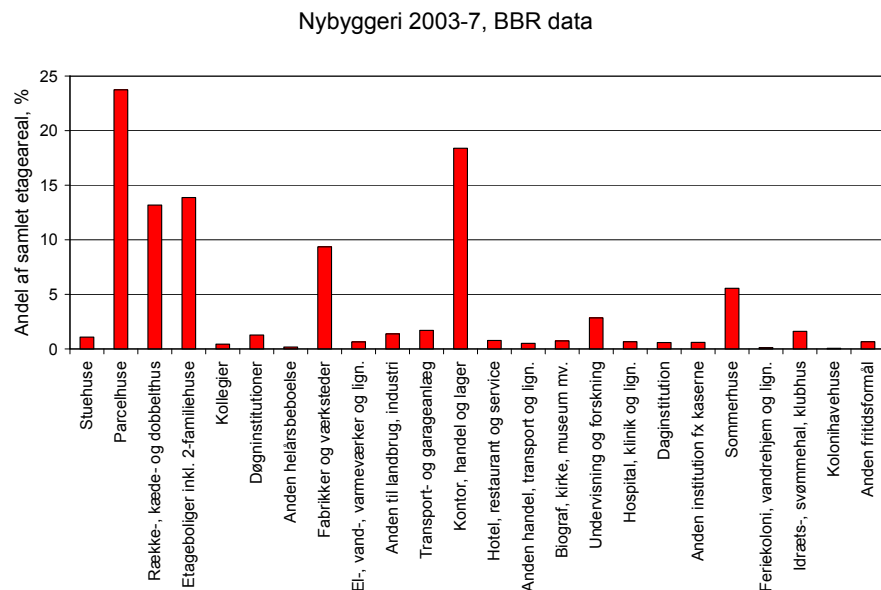
Hvor ikke andet er bemærket er der i alle beregningerne anvendt den nuværende primærenergifaktor på varme på 1,0 og på el på 2,5.

Efter ønske fra Erhvervs- og byggestyrelsen er der også udført beregninger med en primærenergifaktor på fjernvarme på 0,80. Disse beregninger er i alle tilfælde kombineret med antagelse om en stramning af energirammen på 35 % for at kompensere for lempelsen af kravene til fjernvarmeopvarmede bygninger og alligevel opnå 25 % reduktion af energibehovet i nybyggeriet i gennemsnit. Der er i den forbindelse ikke taget hensyn til eventuelle besparelser i fjernvarmesystemerne. Resultatet er, at der kun skal reduceres ca. 20 % i fjernvarmeopvarmede bygninger, hvor hovedparten af energibehovet til bygningsdrift er varme, hvilket typisk gælder for traditionelt opførte boliger med naturlig ventilation. Vedrørende nybyggeriets sammensætning og varmeforsyning se i øvrigt næste kapitel.

3 Nybyggeriet

I det følgende er nybyggeriets sammensætning og varmeforsyning beskrevet baseret på opgørelserne i Bygge- og Boligregisteret, BBR for årene 2003 - 2007.

54 % af det samlede nybyggeriet opgjort efter etageareal er boliger og 24 % er fritliggende parcelhuse, se Figur 2.3.1. Den samlede opgørelse indeholder også uopvarmede bygninger ofte fx lager- og landbrugsbygninger samt delvis opvarmede bygninger som fx sommerhuse.



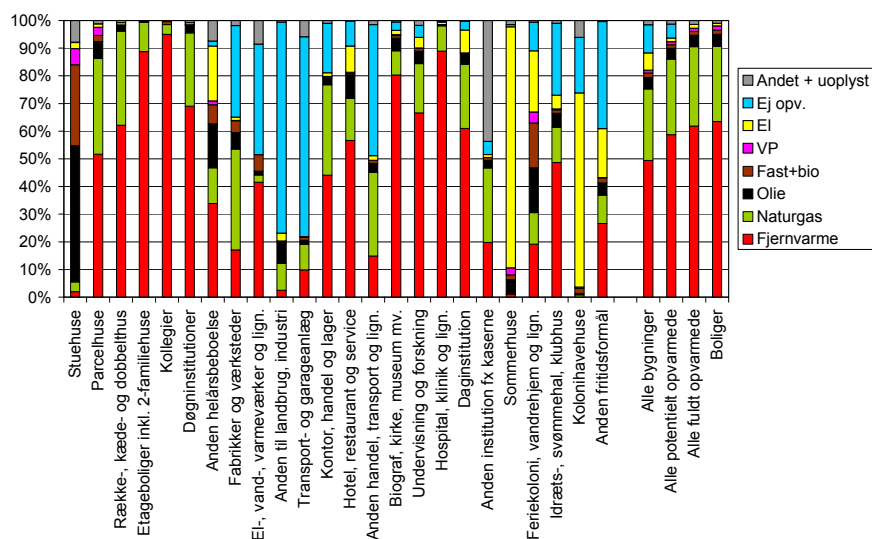
Figur 2.3.1. Nybyggeriet fordeling efter etageareal.

3.1 Varmeforsyning i nybyggeriet

Af det samlede etageareal i nybyggeriet er det 75 %, som er opvarmet, det vil sige opvarmet til typisk mindst 20°C rumtemperatur året rundt. Af det opvarmede etageareal er 63 % opvarmet med fjernvarme, 29 % er opvarmet med naturgas og 8 % er opvarmet med andre brændsler især olie.

Varmeforsyningen afhænger noget af bygningstypen. Af parcelhusene er det 52 % som er fjernvarmeopvarmede, mens 35 % er opvarmet med naturgas og 6 % er opvarmet med olie. For række-, kæde- og dobbelthuse er det 62 % som er fjernvarmeopvarmede, mens 34 % er opvarmet med naturgas og kun 2 % er opvarmet med olie. For etageboliger inklusive tofamiliehuse er hele 89 % fjernvarmeopvarmede, mens kun 10 % er opvarmet med naturgas og næsten ingen er opvarmet med olie eller andet. Stuehuse afviger markant fra andre boliger, idet 49 % er opvarmet med olie og 29 % er opvarmet med fast brændsel og biomasse, mens 6 % er opvarmet med varmepumpe. Opgøres boliger under et er det 64 %, som opvarmes med fjernvarme, og 27 %, som opvarmes med naturgas. Se i øvrigt Figur 3.1.1.

Opvarmning i nybyggeriet 2003-7, BBR data



Figur 3.1.1. Varmeforsyning af nybyggeriet opgjort efter bygningstype.

3.2 Nybyggeriets karakteristika

Hovedparten af nybyggeriet opgjort efter etageareal er i 1-plan, se Tabel

3.2.1. Undtagelsen fra dette er primært etageboliger samt fx kontorer, hotel og undervisning.

Tabel 3.2.1.

Bygningstype	BBR-kode	Etageareal m²	1-plan % af areal	Etager*
Stuehuse	110	177	94	1,8
Parcelhuse	120	171	97	1,8
Række-, kæde- og dobbelthus	130	-	85	2,2
Etageboliger inkl. 2-familiehuse	140	1.247	2	3,2
Kollegier	150	1.336	3	3,7
Døgninstitutioner	160	950	63	2,0
Anden helårsbeboelse	190	99	79	1,9
Kontor, handel og lager	320	1.102	50	1,8
Hotel, restaurant og service	330	324	34	2,8
Biograf, kirke, museum mv.	410	674	30	2,2
Undervisning og forskning	420	758	39	1,9
Hospital, klinik og lign.	430	1.615	20	2,4
Daginstitution	440	306	80	1,7
Anden institution fx kaserne	490	377	60	1,5
Feriekoloni, vandrehjem og lign.	520	106	74	1,7
Idræts-, svømmehal, klubhus	530	593	63	1,5

* for bygninger med > 1 etage

4 Eksempel bygningerne

Vurderingen af investeringsbehov og privatøkonomisk rentabilitet er baseret på energimæssig og økonomisk beregning for fem eksempler på typiske bygninger. Bygninger er hentet fra eksempelsamlingen på Erhvervs- og Byggestyrelsens hjemmeside samt fra SBI-anvisning 213: Bygningers energibehov.

Parcelhus

Parcelhuset er et længehus i 1-plan på 150 m². Vinduer og døre har et areal på 22 % i forhold til etagearealet. Hovedparten af vinduesarealet er mod syd. Parcelhuset er nærmere beskrevet i bilag 1.

Rækkehus

Rækkehuset består af 10 ens huse i én rækken, hver med et etageareal på 132 m². Husene er i 1½-plan. Der er 18,3 % vinduesareal i forhold til etagearealet. Vinduesarealet er næsten ligeligt fordelt mod nord og syd, dog med mest mod syd. Rækkehuset er nærmere beskrevet i bilag 2.

Etagehus

Etagehuset er en ejendom i 3 etager med et opvarmet etageareal på 1081 m², hvor hver etage er på 360 m². Der er 6 små lejligheder på 66 m² og 6 store lejligheder på hver 91 m². Der er 22,5 % vinduesareal i forhold til etagearealet. Hovedparten af vinduesarealet i lejlighederne er mod syd. Etagehuset er nærmere beskrevet i bilag 3.

Administrationsbygning

Administrationsbygningen er i ét plan. Det opvarmede etageareal er 650 m². Arealet af vinduer og yderdøre svarer til 31,0 pct. af det opvarmede etageareal. Administrationsbygningen er nærmere beskrevet i bilag 4.

Kontorhus

Kontorhuset er i 4 etager med et opvarmet etageareal på 3283 m². Facaderne har store vinduesbånd med udluftningsvindue, et fast glasparti og en isoleret brystning. Ud for trapperummet er der glas i alle felter. Facaderne mod nord og syd er ens. Der er 27,2 pct. vinduesareal i forhold til etagearealet. Kontorhuset er nærmere beskrevet i bilag 5.

4.1 Energibehov og -mål

Energiramme i BR08 for de fem eksempel bygninger og energibehov i basisbygningerne opvarmet med henholdsvis fjernvarme og naturgas er vist i Tabel 4.1.1 i kWh/år pr. m²-etageareal. Desuden er vist energibehovene i de fem eksempel bygninger svarende til Lavenergibyggeri klasse 2, 1 og "0". I Tabel 4.1.2 er på tilsvarende vis vist det relative energibehov i basisbygningerne opvarmet med henholdsvis fjernvarme og naturgas samt energikravet til Lavenergibyggeri klasse 2, 1 og "0" i procent af energirammen i BR08.

Tabel 4.1.1. Energiramme i BR08, energibehov i basisbygning med henholdsvis fjernvarme og naturgas samt energikrav til lavenergiklasse 2, 1 og 0 i kWh/m² pr. år.

Bygning	Energiramme	Fjv.	Gas	Kl. 2	Kl. 1	Kl. 0
Parcelhus	84,7	82,1	82,5	60,7	42,4	21,2
Rækkehus	86,7	70,5	73,2	62,1	43,3	21,6
Etagehus	88,2	88,0	88,0	51,5	36,0	18,0
Administrationsbygning	98,4	98,9	97,8	74,5	51,7	24,6
Kontorhus	95,7	92,3	92,3	70,5	50,3	23,9

Tabel 4.1.2. Energiramme i BR08, energibehov i basisbygning med henholdsvis fjernvarme og naturgas samt energikrav til lavenergiklasse 2, 1 og 0 i % i forhold til energirammen i BR08.

Bygning	Energiramme	Fjv.	Gas	Kl. 2	Kl. 1	Kl. 0
Parcelhus	100	96,9	97,4	71,7	50,0	25,0
Rækkehus	100	81,3	84,4	71,6	50,0	25,0
Etagehus	100	99,8	99,8	58,4	40,8	20,4
Administrationsbygning	100	100,5	99,4	73,7	52,5	25,0
Kontorhus	100	96,4	96,4	73,7	52,6	25,0

4.2 Energiudgift

I Tabel 4.2.1 er vist energiudgiften til bygningsdrift for de fem basisbygninger med henholdsvis fjernvarme og naturgas. Energiudgiften til bygningsdrift svarer til det energiforbrug, som skal indeholdes under bygningens energiramme og omfatter fx ikke elforbrug til apparatur og kontorudstyr samt belysning i boliger. For fjernvarme er kun medtaget den variabel udgift, som normalt afregnes efter energiforbrug.

Tabel 4.2.1. Energiudgift for basisbygningerne i kr/m²-etageareal.

Bygning	Fjv.	Gas
Parcelhus	35,20	58,70
Rækkehus	30,50	51,90
Etagehus	38,90	62,10
Administrationsbygning	47,30	66,50
Kontorhus	47,30	60,80

4.3 Miljøbelastning

I Tabel 4.3.1 er vist miljøbelastning for basisbygningerne i kg-CO₂/m²-etageareal, svarende til energiforbruget til bygningsdrift angivet i Tabel 4.1.1.

Tabel 4.3.1. Miljøbelastning for basisbygningerne i kg-CO₂/m²-etageareal.

Bygning	Fjv.	Gas
Parcelhus	11,0	16,9
Rækkehus	9,6	15,0
Etagehus	12,4	18,1
Administrationsbygning	15,7	20,4
Kontorhus	16,2	19,5

5 Energitiltag

I forhold til basisbygningerne tænkes der gennemført en række energitiltag for at reducere energiforbruget og gøre bygningerne til Lavenergibyggeri klasse 2, 1 og "0". Der er ikke én entydig metode til at udvælge og fastlægge eller optimere rækkefølgen af energitiltagene. Der kunne i princippet godt tænkes anvendt andre energitiltag end angivet i det følgende fx varmepumper til opvarmning, men der er ingen grund til at forvente, at det vil ændre det overordnede billede. De her angivne energitiltag må på ingen måde opfattes som en begrænsning af, hvad der kunne anvendes i praksis. Fx vil der i passivhuse blive anvendt større isoleringstykkelser, end der er inkluderet i energitiltagene her. Tiltagene er nummereret i rækkefølge. Nummereringen er så vidt muligt anvendt på tværs af bygningseksemplerne. Der indgår de samme energitiltag i samme rækkefølge i fjernvarme- og naturgasopvarmede bygningerne, da det gør det nemmere at lave sammenligninger mellem de to opvarmningsformer. I praksis vil der nok være nogle af energitiltagene fx solvarme som ikke umiddelbart er hensigtsmæssige i fjernvarmeområder.

De fleste af tiltagene kan gennemføres uafhængigt af hinanden. I enkelte tilfælde forudsætter et efterfølgende tiltag dog, at et tidligere tiltag er udført. Eksempler på dette er yderligere isolering i ydervægge (tiltag 08) og solvarme også til rumopvarmning (tiltag 10) samt nye 3-lags energiruder (tiltag 06), som forudsætter, at der anvendes 3-lags energiruder (tiltag 05). Angivelsen af investering for 3-lags energiruder (tiltag 05) og nye 3-lags energiruder (tiltag 06) under optimerede løsninger er lidt speciel, idet tiltag er slået sammen til ét sammenhængende tiltag og den samlede investering angivet under nye 3-lags energiruder (tiltag 06).

Som det kan ses af tallene i de efterfølgende kapitler om investering, økonomi og miljø, vil den optimale rækkefølge i stor udstrækning afhænge af hvilken parameter, der optimeres efter. I stedet for at fastlægge rækkefølgen af energitiltagene optimeret efter én bestemt parameter, er rækkefølgen i stedet fastlagt ud fra et samlet skøn, hvor der både er taget hensyn til investering, økonomi og miljø samt byggetekniske og æstetiske forhold blandet med erfaringer fra praksis. Omfanget af et givet tiltag er tilrettet efter erfaring fra typiske løsninger i praksis. Fx er isoleringen i hulmur øget fra 150 mm til 190 mm og efterfølgende til 2x125 mm, som alle er standardtykkelser for murbatts.

Det sidste fælles energitiltag for fjernvarme- og naturgasopvarmede bygninger er solceller. Solcellearealet er bestemt således, at bygningen lige netop - eller lige godt og vel - kan opfylde lavenergiklasse "0".

I nogle af de naturgasopvarmede eksempelbygningerne indgår der også ekstra effektiv gaskedel, som det sidste af energitiltagene. Dette tiltag er alene placeret sidst i rækkefølgen af beregningstekniske årsager, for at det ikke skal påvirke beregning og sammenlignelighed af de øvrige tiltag især i de fjernvarmeopvarmede bygninger. I praksis vil man nok vælge ekstra effektiv gaskedel som et højt prioriteret energitiltag i naturgasopvarmede bygninger. Når der ikke er medtaget ekstra effektiv gaskedel i alle de naturgasopvarmede eksempler, skyldes det alene, at den oprindelige basisbygning i disse tilfælde var tænkt fjernvarmeopvarmet, og der derfor ikke er defineret et udgangspunkt.

Investeringen er i dette kapitel for de fleste tiltag opgjort pr. m² tiltag. For vinduerne er både tiltag ved karm og ramme samt ved ruden opgjort pr. m² vindue. For enkelte tiltag fx mekanisk ventilation og kedler er opgørelse pr. m² tiltag ikke relevant og derfor i stedet angivet den samlede investering for tiltaget. Investeringen er angivet for henholdsvis traditionelle løsninger og optimerede løsninger.

5.1 Parcelhus

I Tabel 5.1.1 er for parcelhuset vist de energitiltag, som indgår i beregningen af energibehovsreduktion, investering, økonomi og miljø. Rækkefølgen af energitiltagene er som angivet ved nummereringen af tiltagene.

Tabel 5.1.1. Energiltag og investering for parcelhuset.

Energiltag		Traditionel	Optimeret
01 Ydervægge + 40 mm isolering (U=0,19)	kr. pr. m ²	120	100
02 Terrændæk + 150 mm isolering (U=0,09)	kr. pr. m ²	140	120
03 Loft + 100 mm isolering (U=0,09)	kr. pr. m ²	100	80
04 Vinduer karm og ramme	kr. pr. m ²	500	0
05 3-lags energiruder	kr. pr. m ²	800	-
06 Nye 3-lags energiruder	kr. pr. m ²	100	400
07 Bal. mekanisk ventilation og tæt bygning	kr. i alt	25.000	20.000
08 Ydervæg + 60 mm isolering (U=0,14)	kr. pr. m ²	180	100
09 Solvarme til VBV. 4,4 m ² panel	kr. i alt	25.000	20.000
10 Solvarme også til rum. + 2,2 m ² panel	kr. i alt	6.000	4.000
11 Solceller 8 m ² panel	kr. pr. m ²	6.000	3.000
12 Ekstra effektiv gaskedel	kr. i alt	3.000	0

5.2 Rækkehus

I Tabel 5.2.1 er for rækkehuset vist de energitiltag, som indgår i beregningen af energibehovsreduktion, investering, økonomi og miljø.

Tabel 5.2.1. Energiltag og investering for rækkehuset.

Energiltag		Traditionel	Optimeret
01 Ydervægge + 65 mm isolering (U=0,19)	kr. pr. m ²	180	150
02 Terrændæk + 150 mm isolering (U=0,09)	kr. pr. m ²	140	120
03 Loft + 200 mm isolering (U=0,09)	kr. pr. m ²	200	160
03a Skunk + 100 mm isolering (U=0,12)	kr. pr. m ²	100	80
03b skråvæg + 100 mm isolering (U=0,12)	kr. pr. m ²	200	160
04 Vinduer karm og ramme	kr. pr. m ²	500	0
05 3-lags energiruder	kr. pr. m ²	800	-
06 Nye 3-lags energiruder	kr. pr. m ²	100	400
07 Bal. mekanisk ventilation og tæt bygning	kr. i alt	25.000	20.000
08 Ydervæg + 60 mm isolering (U=0,14)	kr. pr. m ²	180	100
09 Solvarme til VBV. 4,4 m ² panel	kr. i alt	25.000	20.000
10 Solvarme også til rum. + 2,2 m ² panel	kr. i alt	6.000	4.000
11 Solceller 8 m ² panel	kr. pr. m ²	6.000	3.000
12 Ekstra effektiv gaskedel	kr. i alt	3.000	0

5.3 Etagehus

I Tabel 5.3.1 er for etagehuset vist de energitiltag, som indgår i beregningen af energibehovsreduktion, investering, økonomi og miljø. Da basishuset er fjernvarmeforsynet, inkluderer energitiltagene ikke ekstra effektiv gaskedel.

Tabel 5.3.1. Energiltag og investering for etagehuset.

Energiltag		Traditionel	Optimeret
01 Ydervægge + 40 mm isolering (U=0,19)	kr. pr. m ²	80	50
03 Tag + 100 mm isolering (U=0,11)	kr. pr. m ²	150	120
04 Vinduer karm og ramme	kr. pr. m ²	500	0
05 3-lags energiruder	kr. pr. m ²	800	-
06 Nye 3-lags energiruder	kr. pr. m ²	100	400
07 Bal. mekanisk ventilation og tæt bygning	kr. pr. lejl.	15.000	12.000
08 Ydervæg + 60 mm isolering (U=0,14)	kr. pr. m ²	180	110
09 Solvarme til VBV. 50 m ² panel	kr. i alt	250.000	200.000
10 Solvarme også til rum. + 25 m ² panel	kr. i alt	60.000	40.000
11 Solceller 80 m ² panel	kr. pr. m ²	6.000	3.000

5.4 Administrationsbygning

I Tabel 5.4.1 er for administrationsbygningen vist de energitiltag, som indgår i beregningen af energibehovsreduktion, investering, økonomi og miljø.

Tabel 5.4.1. Energiltag og investering for administrationsbygningen.

Energiltag		Traditionel	Optimeret
01 Ydervægge + 40 mm isolering (U=0,19)	kr. pr. m ²	240	200
02 Terrændæk + 150 mm isolering (U=0,09)	kr. pr. m ²	140	120
03 Loft + 100 mm isolering (U=0,09)	kr. pr. m ²	100	80
04 Vinduer karm og ramme	kr. pr. m ²	500	0
05 3-lags energiruder	kr. pr. m ²	800	-
06 Nye 3-lags energiruder	kr. pr. m ²	100	400
07 Bal. mekanisk ventilation og tæt bygning	kr. pr. m ²	250	200
08 Ydervæg + 60 mm isolering (U=0,14)	kr. pr. m ²	360	200
09 Solvarme til VBV. 6,6 m ² panel	kr. i alt	31.000	24.000
10 Laveffekt belysning	kr. pr. m ²	120	50
11 Solceller 75 m ² panel	kr. pr. m ²	6.000	3.000
12 Ekstra effektiv gaskedel	kr. i alt	6.000	0

5.5 Kontorhus

I Tabel 5.5.1 er for kontorhuset vist de energitiltag, som indgår i beregningen af energibehovsreduktion, investering, økonomi og miljø. Da basishuset er fjernvarmeforsynet, inkluderer energitiltagene ikke ekstra effektiv gaskedel.

Tabel 5.5.1. Energitiltag og investering for kontorhuset.

Energitiltag		Traditionel	Optimeret
01 Ydervægge + 65 mm isolering (U=0,19)	kr. pr. m ²	120	100
03 Tag + 100 mm isolering (U=0,11)	kr. pr. m ²	150	120
04 Vinduer karm og ramme	kr. pr. m ²	500	0
05 3-lags energiruder	kr. pr. m ²	800	-
06 Nye 3-lags energiruder	kr. pr. m ²	100	400
07 Ekstra. eff. bal. mek. ventilation og tæt bygning	kr. pr. m ²	100	80
08 Ydervæg + 60 mm isolering (U=0,14)	kr. pr. m ²	180	110
09 Behovsstyret balanceret mekanisk ventilation	kr. pr. m ²	125	75
10 Laveffekt belysning	kr. pr. m ²	120	50
11 Solceller 75 m ² panel	kr. pr. m ²	6.000	3.000

6 Investering

I dette kapitel er investeringen opgjort i kr./m²-etageareal for energitiltagene angivet i forrige kapitel. Investering mv. er for hver af bygningseksemplerne opgjort for henholdsvis traditionelle byggeløsninger og for optimerede byggeløsninger i her sin tabel nummereret henholdsvis 6.x.1 og 6.x.2. I tabellerne er desuden opgjort energibesparelsen i kWh/m² pr. år for det enkelte tiltag beregnet med Be06 for henholdsvis fjernvarme og naturgas opvarmning og det resulterende energibehov i procent af den nuværende energiramme samt investeringen i forhold til den årlige besparelse i kr. pr. kWh/år. Hvis der i et byggeprojekt alene fokuseres på investeringen, vil man formodentligt gennemføre de energitiltag, som har den laveste investering i kr. pr. kWh/år, uden hensyn til det mere langsigtede og totaløkonomien inklusive drift og tiltagenes levetid.

Alle beregninger er udført under forudsætning af at energitiltagene gennemføres i den angivne rækkefølge. Som beskrevet i starten af forrige kapitel er de fleste af energitiltagene uafhængige af hinanden, og det har derfor kun marginal betydning for besparelsen, hvilken rækkefølge de tænkes gennemført i. Undtagelsen er dog ekstra effektiv gaskedel og solvarme også til rumopvarmning, hvor bygningens varmebehov og besparelsens størrelse følges ad. Der vil således være større besparelse ved den ekstra effektive gaskedel, hvis ikke der var antaget udført de øvrige tiltag ved isolering, vinduer, ventilation og solvarme.

Talværdier i tabeller er afrundende, hvorfor mindre unøjagtigheder kan forekomme.

6.1 Parcelhus

I Tabel 6.1.1 er for parcelhuset vist investeringen i kr./m²-etageareal, energibesparelsen i kWh/m² pr. år, energibehovet i procent af den nuværende energiramme og investeringen i forhold til den årlige besparelse i kr. pr. kWh/år under forudsætning af traditionelle byggeløsninger. I Tabel 6.1.2 er det tilsvarende vist for optimerede byggeløsninger.

Tabel 6.1.1. Investering, besparelse og relativt energibehov for energitiltagene i parcelhuset. Traditionelle byggeløsninger.

Energitiltag	Investering		Besparelse		Energibehov		Invest. pr. bespar.	
	kr./m ² -etageareal		kWh/m ² pr. år		% af ramme		kr. pr. kWh/år	
	Tiltag	Sum	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas
01 Ydervægge + 40 mm isol.	90	90	5,6	5,3	90,3	91,2	16	17
02 Terrændæk + 150 mm isol.	120	210	3,8	3,6	85,8	87,0	31	33
03 Loft + 100 mm isolering	100	310	2,6	2,7	82,8	83,8	38	38
04 Vinduer karm og ramme	110	420	5,3	4,7	76,6	78,3	21	23
05 3-lags energiruder	180	600	3,1	3,5	73,0	74,2	58	51
06 Nye 3-lags energiruder	20	620	2,7	2,3	69,8	71,5	8	10
07 BMV og tæt bygning	170	790	11,7	11,1	56,1	58,4	14	15
08 Ydervæg + 60 mm isol.	130	920	3,0	2,9	52,6	55,0	46	47
09 Solvarme til VBV	170	1.090	9,4	10,7	41,5	42,4	18	16
10 Solvarme også til rum	40	1.130	1,5	1,7	39,7	40,4	27	24
11 Solceller	320	1.450	16,3	16,3	20,5	21,3	20	20
12 Ekstra effektiv gaskedel	20	1.470	-	0,8	-	20,4	-	27

Tabel 6.1.2. Investering, besparelse og relativt energibehov for energitiltagene i parcelhuset. Optimerede byggeløsninger.

Energitiltag	Investering		Besparelse		Energibehov		Invest. pr. bespar.	
	kr./m ² -etageareal		kWh/m ² pr. år		% af ramme		kr. pr. kWh/år	
	Tiltag	Sum	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas
01 Ydervægge + 40 mm isol.	80	80	5,6	5,3	90,3	91,2	13	14
02 Terrændæk + 150 mm isol.	100	180	3,8	3,6	85,8	87,0	27	28
03 Loft + 100 mm isolering	80	260	2,6	2,7	82,8	83,8	31	30
04 Vinduer karm og ramme	0	260	5,3	4,7	76,6	78,3	0	0
05 3-lags energiruder	-	-	-	-	-	-	-	-
06 Nye 3-lags energiruder	90	350	5,8	5,8	69,8	71,5	16	16
07 BMV og tæt bygning	130	480	11,7	11,1	56,1	58,4	11	12
08 Ydervæg + 60 mm isol.	80	560	3,0	2,9	52,6	55,0	25	26
09 Solvarme til VBV	130	690	9,4	10,7	41,5	42,4	14	13
10 Solvarme også til rum	25	710	1,5	1,7	39,7	40,4	18	16
11 Solceller	160	870	16,3	16,3	20,5	21,3	10	10
12 Ekstra effektiv gaskedel	0	870	-	0,8	-	20,4	-	0

6.2 Rækkehus

I Tabel 6.2.1er for rækkehuset vist investeringen i kr./m²-etageareal, energibesparelsen i kWh/m² pr. år, energibehovet i procent af den nuværende energiramme og investeringen i forhold til den årlige besparelse i kr. kWh/år under forudsætning af traditionelle byggeløsninger. I Tabel 6.2.2 er det tilsvarende vist for optimerede byggeløsninger.

Tabel 6.2.1. Investering, besparelse og relativt energibehov for energitiltagene i rækkehuset. Traditionelle byggeløsninger.

Energitiltag	Investering		Besparelse		Energibehov		Invest. pr. bespar.	
	kr./m ² -etageareal		kWh/m ² pr. år		% af ramme		kr. pr. kWh/år	
	Tiltag	Sum	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas
01 Ydervægge + 65 mm isol.	50	50	3,8	3,9	76,9	80,0	13	13
02 Terrændæk + 150 mm isol.	60	110	2,7	2,2	73,9	77,5	24	29
03 Loft + 200 mm isol.	50	160	2,1	2,3	71,5	74,9	24	22
03a Skunk + 100 mm isol.	15	180	0,9	0,8	70,4	73,9	16	18
03b skråvæg + 100 mm isol.	50	230	1,5	1,5	68,7	72,2	33	33
04 Vinduer karm og ramme	90	320	4,1	4,0	64,0	67,6	23	23
05 3-lags energiruder	150	460	9,2	9,0	53,5	57,3	16	16
06 Nye 3-lags energiruder	20	480	1,8	1,3	51,4	55,8	10	14
07 Bal. mek. vent. og tæt bygning	190	670	10,8	10,8	39,0	43,4	17	18
08 Ydervæg + 60 mm isol.	50	720	1,1	0,8	37,8	42,4	47	62
09 Solvarme til VBV	190	910	10,1	11,7	26,2	29,0	19	16
10 Solvarme også til rum	45	960	1,3	1,7	24,7	27,0	35	27
11 Solceller	180	1.140	-	9,5	-	16,0	-	19
12 Ekstra effektiv gaskedel	25	1.160	-	0,2	-	15,8	-	113

Tabel 6.2.2. Investering, besparelse og relativt energibehov for energitiltagene i rækkehuset. Optimerede byggeløsninger.

Energitiltag	Investering		Besparelse		Energibehov		Invest. pr. bespar.	
	kr./m ² -etageareal		kWh/m ² pr. år		% af ramme		kr. pr. kWh/år	
	Tiltag	Sum	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas
01 Ydervægge + 65 mm isol.	40	40	3,8	3,9	76,9	80,0	11	11
02 Terrændæk + 150 mm isol.	60	100	2,7	2,2	73,9	77,5	21	25
03 Loft + 200 mm isol.	40	140	2,1	2,3	71,5	74,9	19	18
03a Skunk + 100 mm isol.	10	150	0,9	0,8	70,4	73,9	13	15
03b skråvæg + 100 mm isol.	40	190	1,5	1,5	68,7	72,2	26	26
04 Vinduer karm og ramme	0	190	4,1	4,0	64,0	67,6	0	0
05 3-lags energiruder	-	-	-	-	-	-	-	-
06 Nye 3-lags energiruder	70	260	11,0	10,3	51,4	55,8	13	16
07 Bal. mek. vent. og tæt bygning	150	410	10,8	10,8	39,0	43,4	14	14
08 Ydervæg + 60 mm isol.	25	440	1,1	0,8	37,8	42,4	26	34
09 Solvarme til VBV	150	590	10,1	11,7	26,2	29,0	15	13
10 Solvarme også til rum	30	620	1,3	1,7	24,7	27,0	23	18
11 Solceller	90	710	-	9,5	-	16,0	-	10
12 Ekstra effektiv gaskedel	0	710	-	0,2	-	15,8	-	0

6.3 Etagehus

I Tabel 6.3.1 er for etagehuset vist investeringen i kr./m²-etageareal, energibesparelsen i kWh/m² pr. år, energibehovet i procent af den nuværende energiramme og investeringen i forhold til den årlige besparelse i kr. pr. kWh/år under forudsætning af traditionelle byggeløsninger. I Tabel 6.3.2 er det tilsvarende vist for optimerede byggeløsninger. Energirammen for etagehuset er opgjort inklusive ventilationstillægget.

Tallene for fjernvarme og naturgas er ens, da der ikke er gennemført en separat beregning for naturgas, men blot anvendt tallene for fjernvarme.

Tabel 6.3.1. Investering, besparelse og relativt energibehov for energitiltagene i etagehuset. Traditionelle byggeløsninger.

Energitiltag	Investering		Besparelse		Energibehov		Invest. pr. bespar.	
	kr./m ² -etageareal		kWh/m ² pr. år		% af ramme		kr. pr. kWh/år	
	Tiltag	Sum	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas
01 Ydervægge + 40 mm isol.	40	40	2,8	2,8	96,6	96,6	15	15
03 Tag + 100 mm isol.	50	90	2,4	2,4	93,9	93,9	21	21
04 Vinduer karm og ramme	120	210	4,5	4,5	88,8	88,8	26	26
05 3-lags energiruder	190	400	4,6	4,6	83,6	83,6	41	41
06 Nye 3-lags energiruder	25	420	2,2	2,2	81,1	81,1	11	11
07 Bal. mek. vent. og tæt bygning	170	590	17,2	17,2	61,6	61,6	10	10
08 Ydervæg + 60 mm isol.	100	680	1,8	1,8	59,5	59,5	53	53
09 Solvarme til VBV	230	910	12,0	12,0	46,0	46,0	19	19
10 Solvarme også til rum	60	970	1,4	1,4	44,4	44,4	40	40
11 Solceller	440	1.410	23,5	23,5	17,7	17,7	19	19

Tabel 6.3.2. Investering, besparelse og relativt energibehov for energitiltagene i etagehuset. Optimerede byggeløsninger.

Energitiltag	Investering		Besparelse		Energibehov		Invest. pr. bespar.	
	kr./m ² -etageareal		kWh/m ² pr. år		% af ramme		kr. pr. kWh/år	
	Tiltag	Sum	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas
01 Ydervægge + 40 mm isol.	25	25	2,8	2,8	96,6	96,6	9	9
03 Tag + 100 mm isol.	40	70	2,4	2,4	93,9	93,9	17	17
04 Vinduer karm og ramme	0	70	4,5	4,5	88,8	88,8	0	0
05 3-lags energiruder	-	-	-	-	-	-	-	-
06 Nye 3-lags energiruder	90	160	6,8	6,8	81,1	81,1	16	16
07 Bal. mek. vent. og tæt bygning	130	290	17,2	17,2	61,6	61,6	8	8
08 Ydervæg + 60 mm isol.	60	350	1,8	1,8	59,5	59,5	32	32
09 Solvarme til VBV	190	540	12,0	12,0	46,0	46,0	16	16
10 Solvarme også til rum	35	570	1,4	1,4	44,4	44,4	26	26
11 Solceller	220	800	23,5	23,5	17,7	17,7	9	9

6.4 Administrationsbygning

I Tabel 6.4.1 er for administrationsbygningen vist investeringen i kr./m²-etageareal, energibesparelsen i kWh/m² pr. år, energibehovet i procent af den nuværende energiramme og investeringen i forhold til den årlige besparelse i kr. pr. kWh/år under forudsætning af traditionelle byggeløsninger. I Tabel 6.4.2 er det tilsvarende vist for optimerede byggeløsninger.

Tabel 6.4.1. Investering, besparelse og relativt energibehov for energitiltagene i administrationsbygningen. Traditionelle byggeløsninger.

Energitiltag	Investering		Besparelse		Energibehov		Invest. pr. bespar.	
	kr./m ² -etageareal		kWh/m ² pr. år		% af ramme		kr. pr. kWh/år	
	Tiltag	Sum	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas
01 Ydervægge + 40 mm isol.	40	40	2,5	2,1	98,0	97,2	15	18
02 Terrændæk + 150 mm isol.	130	170	2,3	2,5	95,7	94,7	58	52
03 Loft + 100 mm isol.	100	270	2,7	2,6	93,0	92,1	38	39
04 Vinduer karm og ramme	160	420	5,2	5,0	87,7	87,0	30	31
05 3-lags energiruder	250	670	7,6	7,1	79,9	79,8	33	35
06 Nye 3-lags energiruder	30	700	2,5	2,6	77,4	77,2	13	12
07 Bal. mek. vent. og tæt bygning	60	760	6,9	6,7	70,4	70,4	9	9
08 Ydervæg + 60 mm isol.	110	870	1,4	1,3	69,0	69,1	77	83
09 Solvarme til VBV	50	920	3,5	3,7	65,4	65,3	14	13
10 Laveffekt belysning	120	1.040	4,6	4,7	60,8	60,6	26	26
11 Solceller	690	1.730	36,3	36,3	24,0	23,7	19	19
12 Ekstra effektiv gaskedel	10	1.740	-	1,1	-	22,7	-	9

Tabel 6.4.2. Investering, besparelse og relativt energibehov for energitiltagene i administrationsbygningen. Optimerede byggeløsninger.

Energitiltag	Investering		Besparelse		Energibehov		Invest. pr. bespar.	
	kr./m ² -etageareal		kWh/m ² pr. år		% af ramme		kr. pr. kWh/år	
	Tiltag	Sum	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas
01 Ydervægge + 40 mm isol.	30	30	2,5	2,1	98,0	97,2	13	15
02 Terrændæk + 150 mm isol.	110	140	2,3	2,5	95,7	94,7	50	45
03 Loft + 100 mm isol.	80	220	2,7	2,6	93,0	92,1	30	31
04 Vinduer karm og ramme	0	220	5,2	5,0	87,7	87,0	0	0
05 3-lags energiruder	-	-	-	-	-	-	-	-
06 Nye 3-lags energiruder	120	350	10,1	9,7	77,4	77,2	13	13
07 Bal. mek. vent. og tæt bygning	50	400	6,9	6,7	70,4	70,4	7	7
08 Ydervæg + 60 mm isol.	60	460	1,4	1,3	69,0	69,1	43	46
09 Solvarme til VBV	35	500	3,5	3,7	65,4	65,3	11	10
10 Laveffekt belysning	50	550	4,6	4,7	60,8	60,6	11	11
11 Solceller	350	890	36,3	36,3	24,0	23,7	10	10
12 Ekstra effektiv gaskedel	0	890	-	1,1	-	22,7	-	0

6.5 Kontorhus

I Tabel 6.5.1 er for kontorhuset vist investeringen i kr./m²-etageareal, energibesparelsen i kWh/m² pr. år, energibehovet i procent af den nuværende energiramme og investeringen i forhold til den årlige besparelse i kr. pr. kWh/år under forudsætning af traditionelle byggeløsninger. I Tabel 6.5.2 er det tilsvarende vist for optimerede byggeløsninger.

Tallene for fjernvarme og naturgas er ens, da der ikke er gennemført en separat beregning for naturgas, men blot anvendt tallene for fjernvarme.

Tabel 6.5.1. Investering, besparelse og relativt energibehov for energitiltagene i kontorhuset. Traditionelle byggeløsninger.

Energitiltag	Investering		Besparelse		Energibehov		Invest. pr. bespar.	
	kr./m ² -etageareal		kWh/m ² pr. år		% af ramme		kr. pr. kWh/år	
	Tiltag	Sum	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas
01 Ydervægge + 65 mm isol.	45	45	2,7	2,7	93,6	93,6	15	15
03 Tag + 100 mm isol.	35	80	0,8	0,8	92,8	92,8	43	43
04 Vinduer karm og ramme	140	210	5,9	5,9	86,6	86,6	23	23
05 3-lags energiruder	220	430	6,2	6,2	80,1	80,1	35	35
06 Nye 3-lags energiruder	25	460	1,7	1,7	78,4	78,4	17	17
07 Ekstra. eff. bmv og tæt bygning	80	540	8,9	8,9	69,1	69,1	9	9
08 Ydervæg + 60 mm isol.	60	600	1,2	1,2	67,9	67,9	52	52
09 Behovsstyret bmv	110	710	9,2	9,2	58,3	58,3	11	11
10 Laveffekt belysning	120	830	5,3	5,3	52,8	52,8	23	23
11 Solceller	550	1.380	29,0	29,0	22,5	22,5	19	19

Tabel 6.5.2. Investering, besparelse og relativt energibehov for energitiltagene i kontorhuset. Optimerede byggeløsninger.

Energitiltag	Investering		Besparelse		Energibehov		Invest. pr. bespar.	
	kr./m ² -etageareal		kWh/m ² pr. år		% af ramme		kr. pr. kWh/år	
	Tiltag	Sum	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas
01 Ydervægge + 65 mm isol.	35	35	2,7	2,7	93,6	93,6	13	13
03 Tag + 100 mm isol.	25	60	0,8	0,8	92,8	92,8	34	34
04 Vinduer karm og ramme	0	60	5,9	5,9	86,6	86,6	0	0
05 3-lags energiruder	-	-	-	-	-	-	-	-
06 Nye 3-lags energiruder	110	170	7,9	7,9	78,4	78,4	15	15
07 Ekstra. eff. bmv og tæt bygning	70	240	8,9	8,9	69,1	69,1	8	8
08 Ydervæg + 60 mm isol.	40	280	1,2	1,2	67,9	67,9	32	32
09 Behovsstyret bmv	60	340	9,2	9,2	58,3	58,3	7	7
10 Laveffekt belysning	50	390	5,3	5,3	52,8	52,8	9	9
11 Solceller	270	660	29,0	29,0	22,5	22,5	9	9

7 Økonomi

I dette kapitel er økonomien ved energitiltagene opgjort under hensyn til tiltagenes levetid. I tabel 7.x.1, 7.x.2 og 7.x.3 er for hver af bygningseksemplerne vist levetid i år for de enkelte tiltag, simpel tilbagebetalingstid i år for de enkelte tiltag og samlet tilbagebetalingstid i år for tiltagene samt investering i forhold til samlet besparelse over levetiden for de enkelte tiltag i kr./kWh for henholdsvis traditionelle byggeløsninger, optimerede byggeløsninger og optimerede byggeløsninger i kombination med 50 % højere energipriser. Den samlede tilbagebetalingstid er bestemt som den samlede investering divideret med den samlede årlige besparelse. Anvendelsen af simpel tilbagebetalingstid i vurdering af økonomien forudsætter, at energiprisens stigning over årene er på samme niveau som den almindelige rente.

Energitiltag med simpel tilbagebetalingstid mindre end tiltagenes levetid er markeret med fed skrift i tabellerne. Disse tiltag må antages at være privatøkonomisk rentable under hensyn til almindelige lånebetingelser og bygningens værdiforøgelse på grund af tiltagene. Solceller er dog markeret med understregning for at markere at det formodentlig vil tage lidt længere tid inden de når det forudsatte udviklingsstade med hensyn til energieffektivitet og pris.

Når solceller bliver privatøkonomisk rentable er besparelspotentialet i forhold til bygningens driftsenergibehov beregningsteknisk ubegrænset med de nuværende regler for indregning af energitilskud fra solceller, således at bygningens energibehov kan bringes ned til nul eller endda blive negativt. Begrænsningen ligger således alene i, hvor stort et solcelleareal der kan placeres på eller ved bygningen.

For hvert af bygningseksemplerne er i tabel 7.x.4 vist den summerede reduktionen i energibehovet i kWh/m² pr. år ved at udføre de privatøkonomisk rentable energitiltag, det vil sige de tiltag, hvor tilbagebetalingstid er mindre end levetiden. Reduktionen er vist for henholdsvis fjernvarme- og naturgasopvarmning og henholdsvis eksklusive og inklusive solceller i relation til de optimerede byggeløsninger. I tabel 7.x.5 er det tilsvarende vist i procent af den nuværende energiramme for bygningerne.

7.1 Parcelhus

I Tabel 7.1.1 er for parcelhuset vist levetid i år for de enkelte tiltag, simpel tilbagebetalingstid i år for de enkelte tiltag og samlet vægtet tilbagebetalingstid i år for tiltagene samt investering i forhold til samlet besparelse over levetiden for de enkelte tiltag i kr./kWh for traditionelle byggeløsninger. I Tabel 7.1.2 og Tabel 7.1.3 er det tilsvarende vist for henholdsvis optimerede byggeløsninger og optimerede byggeløsninger i kombination med 50 % højere energipriser.

I Tabel 7.1.4 vist den summerede reduktionen i energibehovet i kWh/m² pr. år ved at udføre de privatøkonomisk rentable energitiltag og i Tabel 7.1.5 er det tilsvarende vist i procent af den nuværende energiramme for huset.

Tabel 7.1.1. Levetid og tilbagebetalingstid samt investering i forhold til energibesparelse for energitiltagene i parcelhuset. Traditionelle byggeløsninger.

Energitiltag	Levetid år	Tilbagebetalingstid		Vægtet tbt		Invest. ift. bespar. kr./kWh	
		år	år	år	år	kr./kWh	kr./kWh
		Fjv.	Gas	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas
01 Ydervægge + 40 mm isol.	60	39	25	39	25	0,27	0,28
02 Terrændæk + 150 mm isol.	60	79	47	55	34	0,52	0,55
03 Loft + 100 mm isolering	30	96	55	64	39	1,28	1,26
04 Vinduer karm og ramme	40	51	33	60	37	0,52	0,59
05 3-lags energiruder	20	150	74	73	43	2,89	2,55
06 Nye 3-lags energiruder	20	20	14	67	40	0,42	0,48
07 BMV og tæt bygning	20	44	20	60	33	0,72	0,75
08 Ydervæg + 60 mm isol.	60	109	68	64	36	0,76	0,79
09 Solvarme til VBV	20	50	22	61	33	0,89	0,78
10 Solvarme også til rum	20	67	34	62	33	1,33	1,18
11 Solceller	20	33	33	52	33	0,98	0,98
12 Ekstra effektiv gaskedel	20	-	40	-	33	-	1,33

Tabel 7.1.2. Levetid og tilbagebetalingstid samt investering i forhold til energibesparelse for energitiltagene i parcelhuset. Optimerede byggeløsninger.

Energitiltag	Levetid år	Tilbagebetalingstid		Vægtet tbt		Invest. ift. bespar. kr./kWh	
		år	år	år	år	kr./kWh	kr./kWh
		Fjv.	Gas	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas
01 Ydervægge + 40 mm isol.	60	33	20	33	20	0,22	0,24
02 Terrændæk + 150 mm isol.	60	67	41	47	29	0,45	0,47
03 Loft + 100 mm isolering	30	77	44	53	32	1,03	1,01
04 Vinduer karm og ramme	40	0	0	37	23	0	0
05 3-lags energiruder	-	-	-	-	-	-	-
06 Nye 3-lags energiruder	20	39	23	37	23	0,78	0,80
07 BMV og tæt bygning	20	35	16	37	20	0,57	0,60
08 Ydervæg + 60 mm isol.	60	61	38	39	22	0,42	0,44
09 Solvarme til VBV	20	40	17	39	21	0,71	0,63
10 Solvarme også til rum	20	44	22	39	21	0,89	0,78
11 Solceller	20	<u>16</u>	<u>16</u>	31	20	0,49	0,49
12 Ekstra effektiv gaskedel	20	-	0	-	20	-	0

Tabel 7.1.3. Levetid og tilbagebetalingstid samt investering i forhold til energibesparelse for energitiltagene i parcelhuset. Optimerede byggeløsninger og 50 % højere energipriser.

Energitiltag	Levetid år	Tilbagebetalingstid		Vægtet tbt		Invest. ift. bespar. kr./kWh	
		Fjv. år	Gas	Fjv. år	Gas	Fjv.	Gas
01 Ydervægge + 40 mm isol.	60	22	14	22	14	0,22	0,24
02 Terrændæk + 150 mm isol.	60	45	27	31	19	0,45	0,47
03 Loft + 100 mm isolering	30	51	29	35	21	1,03	1,01
04 Vinduer karm og ramme	40	0	0	25	15	0	0
05 3-lags energiruder	-	-	-	-	-	-	-
06 Nye 3-lags energiruder	20	20	12	23	14	0,78	0,80
07 BMV og tæt bygning	20	23	11	23	13	0,57	0,60
08 Ydervæg + 60 mm isol.	60	40	25	25	14	0,42	0,44
09 Solvarme til VBV	20	26	12	25	13	0,71	0,63
10 Solvarme også til rum	20	30	15	25	13	0,89	0,78
11 Solceller	20	<u>11</u>	<u>11</u>	20	13	0,49	0,49
12 Ekstra effektiv gaskedel	20	-	0	-	13	-	0

Tabel 7.1.4. Privatøkonomisk rentable energitiltag i parcelhuset i kWh/m² pr. år i forhold til energibehovet i basisbygningen.

Scenarie	Fjv.	Gas
Traditionelle byggeløsninger	5,6	13,6
Optimerede byggeløsninger, ekskl. solceller	10,9	36,2
Optimerede byggeløsninger, inkl. solceller	27,2	52,5
Opt. løsninger og + 50 % energipriser, ekskl. solceller	13,9	49,3
Opt. løsninger og + 50 % energipriser, inkl. solceller	30,2	65,6

Tabel 7.1.5. Relativt energibehov i parcelhuset i procent af energirammen ved gennemførelse af de privatøkonomisk rentable energitiltag.

Scenarie	Fjv.	Gas
Traditionelle byggeløsninger	90,3	81,3
Optimerede byggeløsninger, ekskl. solceller	84,1	54,7
Optimerede byggeløsninger, inkl. solceller	64,8	35,4
Opt. løsninger og + 50 % energipriser, ekskl. solceller	79,6	39,2
Opt. løsninger og + 50 % energipriser, inkl. solceller	60,3	20,0

7.2 Rækkehus

I Tabel 7.2.1 er for rækkehuset vist levetid i år for de enkelte tiltag, simpel tilbagebetalingstid i år for de enkelte tiltag og samlet vægtet tilbagebetalings-tid i år for tiltagene samt investering i forhold til samlet besparelse over levetiden for de enkelte tiltag i kr./kWh for traditionelle byggeløsninger. I Tabel 7.2.2 og Tabel 7.2.3 er det tilsvarende vist for henholdsvis optimerede byggeløsninger og optimerede byggeløsninger i kombination med 50 % højere energipriser.

I Tabel 7.2.4 vist den summerede reduktionen i energibehovet i kWh/m² pr. år ved at udføre de privatøkonomisk rentable energitiltag og i Tabel 7.2.5 er det tilsvarende vist i procent af den nuværende energiramme for huset.

Tabel 7.2.1. Levetid og tilbagebetalingstid samt investering i forhold til energibesparelse for energitiltagene i rækkehuset. Traditionelle byggeløsninger.

Energitiltag	Levetid år	Tilbagebetalingstid år		Vægtet tbt år		Invest. ift. bespar. kr./kWh	
		Fjv.	Gas	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas
01 Ydervægge + 65 mm isol.	60	32	18	32	18	0,22	0,21
02 Terrændæk + 150 mm isol.	60	57	41	43	27	0,40	0,48
03 Loft + 200 mm isol.	30	59	32	47	28	0,79	0,73
03a Skunk + 100 mm isol.	30	41	26	46	28	0,55	0,62
03b skråvæg + 100 mm isol.	30	82	47	51	31	1,10	1,10
04 Vinduer karm og ramme	40	55	33	52	31	0,56	0,58
05 3-lags energiruder	20	39	23	47	28	0,80	0,81
06 Nye 3-lags energiruder	20	24	20	46	28	0,52	0,70
07 Bal. mek. vent. og tæt bygning	20	51	24	47	27	0,88	0,88
08 Ydervæg + 60 mm isol.	60	105	88	49	28	0,78	1,03
09 Solvarme til VBV	20	54	23	50	27	0,94	0,81
10 Solvarme også til rum	20	87	38	51	27	1,75	1,34
11 Solceller	20	-	32	-	28	-	0,96
12 Ekstra effektiv gaskedel	20	-	162	-	28	-	5,68

Tabel 7.2.2. Levetid og tilbagebetalingstid samt investering i forhold til energibesparelse for energitiltagene i rækkehuset. Optimerede byggeløsninger.

Energitiltag	Levetid år	Tilbagebetalingstid år		Vægtet tbt år		Invest. ift. bespar. kr./kWh	
		Fjv.	Gas	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas
01 Ydervægge + 65 mm isol.	60	27	15	27	15	0,18	0,18
02 Terrændæk + 150 mm isol.	60	49	35	36	23	0,34	0,41
03 Loft + 200 mm isol.	30	47	26	39	23	0,63	0,59
03a Skunk + 100 mm isol.	30	33	21	38	23	0,44	0,49
03b skråvæg + 100 mm isol.	30	66	38	42	25	0,88	0,88
04 Vinduer karm og ramme	40	0	0	30	18	0	0
05 3-lags energiruder	-	-	-	-	-	-	-
06 Nye 3-lags energiruder	20	30	23	25	15	0,62	0,80
07 Bal. mek. vent. og tæt bygning	20	40	20	29	16	0,70	0,70
08 Ydervæg + 60 mm isol.	60	58	49	30	17	0,43	0,57
09 Solvarme til VBV	20	43	18	32	17	0,75	0,65
10 Solvarme også til rum	20	58	25	33	18	1,17	0,89
11 Solceller	20	-	<u>16</u>	-	17	-	0,48
12 Ekstra effektiv gaskedel	20	-	0	-	17	-	0

Tabel 7.2.3. Levetid og tilbagebetalingstid samt investering i forhold til energibesparelse for energitiltagene i rækkehuset. Optimerede byggeløsninger og 50 % højere energipriser.

Energitiltag	Levetid år	Tilbagebetalingstid		Vægtet tbt		Invest. ift. bespar. kr./kWh	
		Fjv. år	Gas	Fjv. år	Gas	Fjv.	Gas
01 Ydervægge + 65 mm isol.	60	18	10	18	10	0,18	0,18
02 Terrændæk + 150 mm isol.	60	32	23	24	15	0,34	0,41
03 Loft + 200 mm isol.	30	31	17	26	16	0,63	0,59
03a Skunk + 100 mm isol.	30	22	14	25	15	0,44	0,49
03b skråvæg + 100 mm isol.	30	44	25	28	17	0,88	0,88
04 Vinduer karm og ramme	40	0	0	20	12	0	0
05 3-lags energiruder	-	-	-	-	-	-	-
06 Nye 3-lags energiruder	20	20	16	16	10	0,62	0,80
07 Bal. mek. vent. og tæt bygning	20	27	13	19	11	0,70	0,70
08 Ydervæg + 60 mm isol.	60	39	33	20	11	0,43	0,57
09 Solvarme til VBV	20	29	12	21	12	0,75	0,65
10 Solvarme også til rum	20	39	17	22	12	1,17	0,89
11 Solceller	20	-	<u>11</u>	-	12	-	0,48
12 Ekstra effektiv gaskedel	20	-	0	-	12	-	0

Tabel 7.2.4. Privatøkonomisk rentable energitiltag i rækkehuset i kWh/m² pr. år i forhold til energibehovet i basisbygningen.

Scenarie	Fjv.	Gas
Traditionelle byggeløsninger	6,5	10,9
Optimerede byggeløsninger, ekskl. solceller	10,6	25,1
Optimerede byggeløsninger, inkl. solceller	20,1	34,6
Opt. løsninger og + 50 % energipriser, ekskl. solceller	11,5	50,2
Opt. løsninger og + 50 % energipriser, inkl. solceller	21,0	59,7

Tabel 7.2.5. Relativt energibehov i rækkehuset i procent af energirammen ved gennemførelse af de privatøkonomisk rentable energitiltag.

Scenarie	Fjv.	Gas
Traditionelle byggeløsninger	73,8	71,9
Optimerede byggeløsninger, ekskl. solceller	69,1	55,5
Optimerede byggeløsninger, inkl. solceller	58,1	44,5
Opt. løsninger og + 50 % energipriser, ekskl. solceller	68,1	26,5
Opt. løsninger og + 50 % energipriser, inkl. solceller	57,1	15,6

7.3 Etagehus

I Tabel 7.3.1 er for etagehuset vist levetid i år for de enkelte tiltag, simpel tilbagebetalingstid i år for de enkelte tiltag og samlet vægtet tilbagebetalingstid i år for tiltagene samt investering i forhold til samlet besparelse over levetiden for de enkelte tiltag i kr./kWh for traditionelle byggeløsninger. I Tabel 7.3.2 og Tabel 7.3.3 er det tilsvarende vist for henholdsvis optimerede byggeløsninger og optimerede byggeløsninger i kombination med 50 % højere energipriser.

I Tabel 7.3.4 vist den summerede reduktionen i energibehovet i kWh/m² pr. år ved at udføre de privatøkonomisk rentable energitiltag og i Tabel 7.3.5 er det tilsvarende vist i procent af den nuværende energiramme for huset.

Tabel 7.3.1. Levetid og tilbagebetalingstid samt investering i forhold til energibesparelse for energitiltagene i etagehuset. Traditionelle byggeløsninger.

Energitiltag	Levetid år	Tilbagebetalingstid år		Vægtet tbt år		Invest. ift. bespar. kr./kWh	
		Fjv.	Gas	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas
01 Ydervægge + 40 mm isol.	60	38	21	38	21	0,25	0,25
03 Tag + 100 mm isol.	30	52	30	44	25	0,69	0,69
04 Vinduer karm og ramme	40	65	37	54	31	0,65	0,65
05 3-lags energiruder	20	102	58	70	40	2,05	2,05
06 Nye 3-lags energiruder	20	27	15	64	36	0,53	0,53
07 Bal. mek. vent. og tæt bygning	20	31	13	49	24	0,48	0,48
08 Ydervæg + 60 mm isol.	60	131	75	54	27	0,88	0,88
09 Solvarme til VBV	20	49	28	52	27	0,97	0,97
10 Solvarme også til rum	20	99	57	54	28	1,98	1,98
11 Solceller	20	32	32	44	29	0,95	0,95

Tabel 7.3.2. Levetid og tilbagebetalingstid samt investering i forhold til energibesparelse for energitiltagene i etagehuset. Optimerede byggeløsninger.

Energitiltag	Levetid år	Tilbagebetalingstid år		Vægtet tbt år		Invest. ift. bespar. kr./kWh	
		Fjv.	Gas	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas
01 Ydervægge + 40 mm isol.	60	23	13	23	13	0,16	0,16
03 Tag + 100 mm isol.	30	42	24	32	18	0,56	0,56
04 Vinduer karm og ramme	40	0	0	17	10	0	0
05 3-lags energiruder	-	-	-	-	-	-	-
06 Nye 3-lags energiruder	20	40	23	24	14	0,79	0,79
07 Bal. mek. vent. og tæt bygning	20	25	10	25	12	0,39	0,39
08 Ydervæg + 60 mm isol.	60	80	46	28	14	0,54	0,54
09 Solvarme til VBV	20	39	22	31	16	0,77	0,77
10 Solvarme også til rum	20	66	38	32	16	1,32	1,32
11 Solceller	20	<u>16</u>	<u>16</u>	25	16	0,47	0,47

Tabel 7.3.3. Levetid og tilbagebetalingstid samt investering i forhold til energibesparelse for energitiltagene i etagehuset. Optimerede byggeløsninger og 50 % højere energipriser.

Energitiltag	Levetid år	Tilbagebetalingstid		Vægtet tbt		Invest. ift. bespar. kr./kWh	
		Fjv. år	Gas år	Fjv. år	Gas år	Fjv. kr./kWh	Gas kr./kWh
01 Ydervægge + 40 mm isol.	60	16	9	16	9	0,16	0,16
03 Tag + 100 mm isol.	30	28	16	21	12	0,56	0,56
04 Vinduer karm og ramme	40	0	0	11	7	0	0
05 3-lags energiruder	-	-	-	-	-	-	-
06 Nye 3-lags energiruder	20	26	15	16	9	0,79	0,79
07 Bal. mek. vent. og tæt bygning	20	17	7	16	8	0,39	0,39
08 Ydervæg + 60 mm isol.	60	54	31	18	9	0,54	0,54
09 Solvarme til VBV	20	26	15	21	11	0,77	0,77
10 Solvarme også til rum	20	44	25	21	11	1,32	1,32
11 Solceller	20	<u>11</u>	<u>11</u>	17	11	0,47	0,47

Tabel 7.3.4. Privatøkonomisk rentable energitiltag i etagehuset i kWh/m² pr. år i forhold til energibehovet i basisbygningen.

Scenarie	Fjv.	Gas
Traditionelle byggeløsninger	2,8	24,5
Optimerede byggeløsninger, ekskl. solceller	7,3	28,7
Optimerede byggeløsninger, inkl. solceller	30,8	52,2
Opt. løsninger og + 50 % energipriser, ekskl. solceller	28,7	47,5
Opt. løsninger og + 50 % energipriser, inkl. solceller	52,2	71,0

Tabel 7.3.5. Relativt energibehov i etagehuset i procent af energirammen ved gennemførelse af de privatøkonomisk rentable energitiltag.

Scenarie	Fjv.	Gas
Traditionelle byggeløsninger	96,6	72,0
Optimerede byggeløsninger, ekskl. solceller	91,5	67,2
Optimerede byggeløsninger, inkl. solceller	64,9	40,6
Opt. løsninger og + 50 % energipriser, ekskl. solceller	67,2	45,9
Opt. løsninger og + 50 % energipriser, inkl. solceller	40,6	19,3

7.4 Administrationsbygning

I Tabel 7.4.5 er for parcelhuset vist levetid i år for de enkelte tiltag, simpel tilbagebetalingstid i år for de enkelte tiltag og samlet vægtet tilbagebetalingstid i år for tiltagene samt investering i forhold til samlet besparelse over levetiden for de enkelte tiltag i kr./kWh for traditionelle byggeløsninger. I Tabel 7.4.2 og Tabel 7.4.3 er det tilsvarende vist for henholdsvis optimerede byggeløsninger og optimerede byggeløsninger i kombination med 50 % højere energipriser.

I Tabel 7.4.4 vist den summerede reduktionen i energibehovet i kWh/m² pr. år ved at udføre de privatøkonomisk rentable energitiltag og i Tabel 7.4.5 er det tilsvarende vist i procent af den nuværende energiramme for bygningen.

Tabel 7.4.1. Levetid og tilbagebetalingstid samt investering i forhold til energibesparelse for energitiltagene i administrationsbygningen. Traditionelle byggeløsninger.

Energitiltag	Levetid år	Tilbagebetalingstid år		Vægtet tbt år		Invest. ift. bespar. kr./kWh	
		Fjv.	Gas	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas
01 Ydervægge + 40 mm isol.	60	38	25	38	25	0,26	0,30
02 Terrændæk + 150 mm isol.	60	154	75	91	52	0,97	0,87
03 Loft + 100 mm isol.	30	99	55	94	53	1,26	1,31
04 Vinduer karm og ramme	40	78	44	88	49	0,75	0,78
05 3-lags energiruder	20	88	49	88	49	1,62	1,76
06 Nye 3-lags energiruder	20	30	18	81	46	0,63	0,60
07 Bal. mek. vent. og tæt bygning	20	20	14	65	38	0,45	0,47
08 Ydervæg + 60 mm isol.	60	192	118	70	42	1,28	1,38
09 Solvarme til VBV	20	37	18	67	39	0,68	0,64
10 Laveffekt belysning	10	40	45	62	40	2,64	2,58
11 Solceller	20	32	32	45	36	0,95	0,95
12 Ekstra effektiv gaskedel	20	-	13	-	36	-	0,44

Tabel 7.4.2. Levetid og tilbagebetalingstid samt investering i forhold til energibesparelse for energitiltagene i administrationsbygningen. Optimerede byggeløsninger.

Energitiltag	Levetid år	Tilbagebetalingstid år		Vægtet tbt år		Invest. ift. bespar. kr./kWh	
		Fjv.	Gas	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas
01 Ydervægge + 40 mm isol.	60	32	21	32	21	0,21	0,25
02 Terrændæk + 150 mm isol.	60	132	64	78	44	0,83	0,75
03 Loft + 100 mm isol.	30	79	44	78	44	1,01	1,05
04 Vinduer karm og ramme	40	0	0	46	26	0	0
05 3-lags energiruder	-	-	-	-	-	-	-
06 Nye 3-lags energiruder	20	32	18	40	23	0,62	0,63
07 Bal. mek. vent. og tæt bygning	20	16	11	34	20	0,36	0,37
08 Ydervæg + 60 mm isol.	60	107	66	37	22	0,71	0,77
09 Solvarme til VBV	20	28	14	36	21	0,53	0,50
10 Laveffekt belysning	10	17	19	33	21	1,10	1,08
11 Solceller	20	<u>16</u>	<u>16</u>	23	19	0,48	0,48
12 Ekstra effektiv gaskedel	20	-	0	-	18	-	0

Tabel 7.4.3. Levetid og tilbagebetalingstid samt investering i forhold til energibesparelse for energitiltagene i administrationsbygningen. Optimerede byggeløsninger og 50 % højere energipriser.

Energitiltag	Levetid år	Tilbagebetalingstid		Vægtet tbt		Invest. ift. bespar. kr./kWh	
		Fjv. år	Gas	Fjv. år	Gas	Fjv.	Gas
01 Ydervægge + 40 mm isol.	60	21	14	21	14	0,21	0,25
02 Terrændæk + 150 mm isol.	60	88	43	52	29	0,83	0,75
03 Loft + 100 mm isol.	30	53	29	52	29	1,01	1,05
04 Vinduer karm og ramme	40	0	0	31	17	0	0
05 3-lags energiruder	-	-	-	-	-	-	-
06 Nye 3-lags energiruder	20	21	12	27	15	0,62	0,63
07 Bal. mek. vent. og tæt bygning	20	11	7	22	13	0,36	0,37
08 Ydervæg + 60 mm isol.	60	71	44	25	15	0,71	0,77
09 Solvarme til VBV	20	19	9	24	14	0,53	0,50
10 Laveffekt belysning	10	11	12	22	14	1,10	1,08
11 Solceller	20	<u>11</u>	<u>11</u>	15	12	0,48	0,48
12 Ekstra effektiv gaskedel	20	-	0	-	12	-	0

Tabel 7.4.4. Privatøkonomisk rentable energitiltag i administrationsbygningen i kWh/m² pr. år i forhold til energibehovet i basisbygningen.

Scenarie	Fjv.	Gas
Traditionelle byggeløsninger	2,5	13,6
Optimerede byggeløsninger, ekskl. solceller	14,6	18,6
Optimerede byggeløsninger, inkl. solceller	50,9	54,9
Opt. løsninger og + 50 % energipriser, ekskl. solceller	18,1	34,7
Opt. løsninger og + 50 % energipriser, inkl. solceller	54,4	71,0

Tabel 7.4.5. Relativt energibehov i administrationsbygningen i procent af energirammen ved gennemførelse af de privatøkonomisk rentable energitiltag.

Scenarie	Fjv.	Gas
Traditionelle byggeløsninger	98,0	85,6
Optimerede byggeløsninger, ekskl. solceller	85,7	80,5
Optimerede byggeløsninger, inkl. solceller	48,5	43,6
Opt. løsninger og + 50 % energipriser, ekskl. solceller	82,1	64,1
Opt. løsninger og + 50 % energipriser, inkl. solceller	45,2	27,2

7.5 Kontorhus

I Tabel 7.5.1 er for kontorhuset vist levetid i år for de enkelte tiltag, simpel tilbagebetalingstid i år for de enkelte tiltag og samlet vægtet tilbagebetalingstid i år for tiltagene samt investering i forhold til samlet besparelse over levetiden for de enkelte tiltag i kr./kWh for traditionelle byggeløsninger. I Tabel 7.5.2 og Tabel 7.5.3 er det tilsvarende vist for henholdsvis optimerede byggeløsninger og optimerede byggeløsninger i kombination med 50 % højere energipriser.

I Tabel 7.5.4 vist den summerede reduktionen i energibehovet i kWh/m² pr. år ved at udføre de privatøkonomisk rentable energitiltag og i Tabel 7.5.5 er det tilsvarende vist i procent af den nuværende energiramme for huset.

Tabel 7.5.1. Levetid og tilbagebetalingstid samt investering i forhold til energibesparelse for energitiltagene i kontorhuset. Traditionelle byggeløsninger.

Energitiltag	Levetid år	Tilbagebetalingstid år		Vægtet tbt år		Invest. ift. bespar. kr./kWh	
		Fjv.	Gas	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas
01 Ydervægge + 65 mm isol.	60	39	22	39	22	0,26	0,26
03 Tag + 100 mm isol.	30	107	61	54	31	1,42	1,42
04 Vinduer karm og ramme	40	58	33	56	32	0,58	0,58
05 3-lags energiruder	20	95	49	71	39	1,75	1,75
06 Nye 3-lags energiruder	20	38	24	68	38	0,82	0,82
07 Ekstra. eff. bmv og tæt bygning	20	21	14	50	30	0,47	0,47
08 Ydervæg + 60 mm isol.	60	130	74	53	32	0,87	0,87
09 Behovsstyret bmv	10	21	18	43	29	1,15	1,15
10 Laveffekt belysning	10	35	40	42	30	2,27	2,27
11 Solceller	20	32	32	37	31	0,95	0,95

Tabel 7.5.2. Levetid og tilbagebetalingstid samt investering i forhold til energibesparelse for energitiltagene i kontorhuset. Optimerede byggeløsninger.

Energitiltag	Levetid år	Tilbagebetalingstid år		Vægtet tbt år		Invest. ift. bespar. kr./kWh	
		Fjv.	Gas	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas
01 Ydervægge + 65 mm isol.	60	32	18	32	18	0,21	0,21
03 Tag + 100 mm isol.	30	85	49	44	25	1,14	1,14
04 Vinduer karm og ramme	40	0	0	16	9	0	0
05 3-lags energiruder	-	-	-	-	-	-	-
06 Nye 3-lags energiruder	20	37	21	25	14	0,74	0,74
07 Ekstra. eff. bmv og tæt bygning	20	17	11	22	13	0,38	0,38
08 Ydervæg + 60 mm isol.	60	79	45	24	15	0,53	0,53
09 Behovsstyret bmv	10	12	11	21	14	0,69	0,69
10 Laveffekt belysning	10	14	17	20	14	0,95	0,95
11 Solceller	20	<u>16</u>	<u>16</u>	18	15	0,47	0,47

Tabel 7.5.3. Levetid og tilbagebetalingstid samt investering i forhold til energibesparelse for energitiltagene i kontorhuset. Optimerede byggeløsninger og 50 % højere energipriser.

Energitiltag	Levetid år	Tilbagebetalingstid		Vægtet tbt		Invest. ift. bespar. kr./kWh	
		Fjv. år	Gas	Fjv. år	Gas	Fjv.	Gas
01 Ydervægge + 65 mm isol.	60	21	12	21	12	0,21	0,21
03 Tag + 100 mm isol.	30	57	33	30	17	1,14	1,14
04 Vinduer karm og ramme	40	0	0	11	6	0	0
05 3-lags energiruder	-	-	-	-	-	-	-
06 Nye 3-lags energiruder	20	25	14	17	9	0,74	0,74
07 Ekstra. eff. bmv og tæt bygning	20	11	7	15	9	0,38	0,38
08 Ydervæg + 60 mm isol.	60	53	30	16	10	0,53	0,53
09 Behovsstyret bmv	10	8	7	14	9	0,69	0,69
10 Laveffekt belysning	10	10	11	13	9	0,95	0,95
11 Solceller	20	<u>11</u>	<u>11</u>	12	10	0,47	0,47

Tabel 7.5.4. Privatøkonomisk rentable energitiltag i kontorhuset i kWh/m² pr. år i forhold til energibehovet i basisbygningen.

Scenarie	Fjv.	Gas
Traditionelle byggeløsninger	2,7	17,5
Optimerede byggeløsninger, ekskl. solceller	17,5	17,5
Optimerede byggeløsninger, inkl. solceller	46,5	46,5
Opt. løsninger og + 50 % energipriser, ekskl. solceller	27,9	35,8
Opt. løsninger og + 50 % energipriser, inkl. solceller	56,9	64,8

Tabel 7.5.5. Relativt energibehov i administrationsbygningen i procent af energirammen ved gennemførelse af de privatøkonomisk rentable energitiltag.

Scenarie	Fjv.	Gas
Traditionelle byggeløsninger	93,6	78,2
Optimerede byggeløsninger, ekskl. solceller	78,2	78,2
Optimerede byggeløsninger, inkl. solceller	47,9	47,9
Opt. løsninger og + 50 % energipriser, ekskl. solceller	67,3	59,0
Opt. løsninger og + 50 % energipriser, inkl. solceller	37,0	28,7

8 Miljø

I dette kapitel er der opstillet miljøregnskab og miljø-økonomien er opgjort for bygningseksemplerne. Ved miljø forstås her alene CO₂-udledningen ved energiforsyning af bygningerne i relation til bygningernes drift i den udstrækning den er omfattet af energirammebestemmelserne i Bygningsreglementet. I tabel 8.x.1 er vist den samlede CO₂-udledning i kg-CO₂/år for bygningen, besparelsen i CO₂-udledning i kg-CO₂/år for de enkelte energitiltag og den summerede besparelsen i CO₂-udledning i kg-CO₂/år for tiltagene for henholdsvis fjernvarme- og naturgasopvarmning.

I tabel 8.x.2 er opgjort omkostningen ved miljøbesparelsen i kr. pr kg-CO₂ for de enkelte energitiltag over tiltagenes levetid samt den vægtede omkostning i kr. pr kg-CO₂ for tiltagene under forudsætning af traditionelle byggeløsninger. Omkostningerne er vægtet efter miljøbesparelsen i kg-CO₂ over tiltagenes levetid. I tabel 8.x.3 og 8.x.4 er det tilsvarende vist for henholdsvis optimerede byggeløsninger og optimerede byggeløsninger i kombination med 50 % højere energipriser.

8.1 Parcelhus

I Tabel 8.1.1 er for parcelhuset vist den samlede CO₂-udledning i kg-CO₂/år, besparelsen i CO₂-udledning i kg-CO₂/år for de enkelte energitiltag og den summerede besparelsen i CO₂-udledning i kg-CO₂/år for tiltagene for henholdsvis fjernvarme- og naturgasopvarmning.

I Tabel 8.1.2 er opgjort omkostningen ved miljøbesparelsen i kr. pr kg-CO₂ for de enkelte energitiltag over tiltagenes levetid samt den vægtede omkostning i kr. pr kg-CO₂ for tiltagene under forudsætning af traditionelle byggeløsninger. I Tabel 8.1.3 og Tabel 8.1.4 er det tilsvarende vist for henholdsvis optimerede byggeløsninger og optimerede byggeløsninger i kombination med 50 % højere energipriser.

Tabel 8.1.1. Miljøregnskab for energitiltagene i parcelhuset.

Energitiltag	CO ₂ udledning		Besparelse		Summeret besparelse	
	kg-CO ₂ /år		kg-CO ₂ /år		kg-CO ₂ /år	
	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas
00	1657	2537	-	-	-	-
01 Ydervægge + 40 mm isol.	1545	2376	112	161	112	161
02 Terrændæk + 150 mm isol.	1471	2265	74	110	186	271
03 Loft + 100 mm isolering	1420	2184	51	82	236	353
04 Vinduer karm og ramme	1315	2040	106	144	342	497
05 3-lags energiruder	1258	1934	56	106	398	603
06 Nye 3-lags energiruder	1203	1863	55	70	453	673
07 BMV og tæt bygning	1033	1533	171	331	624	1004
08 Ydervæg + 60 mm isol.	972	1445	61	88	685	1092
09 Solvarme til VBV	815	1123	157	322	841	1414
10 Solvarme også til rum	786	1071	29	52	871	1466
11 Solceller	253	537	533	533	1404	1999
12 Ekstra effektiv gaskedel	-	514	-	24	-	2023

Tabel 8.1.2. Miljø-økonomi for energitiltagene i parcelhuset. Traditionelle byggeløsninger.

Energitiltag	Omkost. ift. miljø		Vægtet	
	kr. pr kg-CO ₂		kr. pr kg-CO ₂	
	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas
01 Ydervægge + 40 mm isol.	-1,04	-2,01	-1,04	-2,01
02 Terrændæk + 150 mm isol.	0,95	-0,72	-0,25	-1,48
03 Loft + 100 mm isolering	6,79	2,76	1,26	-0,50
04 Vinduer karm og ramme	0,85	-0,56	1,13	-0,52
05 3-lags energiruder	20,38	9,06	3,85	1,17
06 Nye 3-lags energiruder	-0,03	-1,09	3,38	0,93
07 BMV og tæt bygning	3,98	0,07	3,54	0,65
08 Ydervæg + 60 mm isol.	2,49	0,46	3,45	0,63
09 Solvarme til VBV	4,76	0,33	3,69	0,56
10 Solvarme også til rum	7,18	2,34	3,81	0,63
11 Solceller	1,76	1,76	3,03	0,93
12 Ekstra effektiv gaskedel	-	3,19	-	0,95

Tabel 8.1.3. Miljø-økonomi for energitiltagene i parcelhuset. Optimerede byggeløsninger.

Energitiltag	Omkost. ift. miljø		Vægtet	
	kr. pr kg-CO ₂		kr. pr kg-CO ₂	
	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas
01 Ydervægge + 40 mm isol.	-1,38	-2,24	-1,38	-2,24
02 Terrændæk + 150 mm isol.	0,38	-1,11	-0,68	-1,78
03 Loft + 100 mm isolering	4,81	1,54	0,50	-1,01
04 Vinduer karm og ramme	-3,05	-3,43	-0,60	-1,71
05 3-lags energiruder	-	-	-	-
06 Nye 3-lags energiruder	2,86	0,50	0,25	-1,17
07 BMV og tæt bygning	2,51	-0,68	0,87	-1,01
08 Ydervæg + 60 mm isol.	0,04	-1,24	0,80	-1,03
09 Solvarme til VBV	3,17	-0,45	1,24	-0,90
10 Solvarme også til rum	3,76	0,41	1,32	-0,85
11 Solceller	-0,49	-0,49	0,63	-0,76
12 Ekstra effektiv gaskedel	-	-3,19	-	-0,78

Tabel 8.1.4. Miljø-økonomi for energitiltagene i parcelhuset. Optimerede byggeløsninger og 50 % højere energipriser.

Energitiltag	Omkost. ift. miljø		Vægtet	
	kr. pr kg-CO ₂		kr. pr kg-CO ₂	
	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas
01 Ydervægge + 40 mm isol.	-2,91	-3,94	-2,91	-3,94
02 Terrændæk + 150 mm isol.	-1,16	-2,82	-2,21	-3,48
03 Loft + 100 mm isolering	3,27	-0,14	-1,03	-2,71
04 Vinduer karm og ramme	-4,58	-5,15	-2,13	-3,42
05 3-lags energiruder	-	-	-	-
06 Nye 3-lags energiruder	-0,16	-2,18	-1,65	-3,12
07 BMV og tæt bygning	0,84	-2,53	-0,97	-2,93
08 Ydervæg + 60 mm isol.	-1,48	-2,92	-1,01	-2,93
09 Solvarme til VBV	1,56	-2,23	-0,53	-2,77
10 Solvarme også til rum	2,22	-1,30	-0,44	-2,72
11 Solceller	-1,86	-1,86	-0,98	-2,49
12 Ekstra effektiv gaskedel	-	-4,79	-	-2,52

8.2 Rækkehus

I Tabel 8.2.1 er for rækkehuset vist den samlede CO₂-udledning i kg-CO₂/år, besparelsen i CO₂-udledning i kg-CO₂/år for de enkelte energitiltag og den summerede besparelsen i CO₂-udledning i kg-CO₂/år for tiltagene for henholdsvis fjernvarme- og naturgasopvarmning.

I Tabel 8.2.2 er opgjort omkostningen ved miljøbesparelsen i kr. pr kg-CO₂ for de enkelte energitiltag over tiltagenes levetid samt den vægtede omkostning i kr. pr kg-CO₂ for tiltagene under forudsætning af traditionelle byggeløsninger. I Tabel 8.2.3 og Tabel 8.2.4 er det tilsvarende vist for henholdsvis optimerede byggeløsninger og optimerede byggeløsninger i kombination med 50 % højere energipriser.

Tabel 8.2.1. Miljøregnskab for energitiltagene i rækkehuset.

Energitiltag	CO ₂ udledning		Besparelse		Summeret besparelse	
	kg-CO ₂ /år		kg-CO ₂ /år		kg-CO ₂ /år	
	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas
00	12.684	19.848	-	-	-	-
01 Ydervægge + 65 mm isol.	12.032	18.806	652	1.042	652	1.042
02 Terrændæk + 150 mm isol.	11.548	18.214	484	592	1.136	1.634
03 Loft + 200 mm isol.	11.187	17.603	360	611	1.496	2.245
03a Skunk + 100 mm isol.	11.033	17.388	154	215	1.651	2.460
03b skråvæg + 100 mm isol.	10.776	16.984	257	404	1.908	2.864
04 Vinduer karm og ramme	10.051	15.915	724	1.069	2.633	3.933
05 3-lags energiruder	8.452	13.482	1.599	2.433	4.232	6.366
06 Nye 3-lags energiruder	8.122	13.132	330	350	4.562	6.716
07 Bal. mek. vent. og tæt bygning	6.600	10.281	1.522	2.851	6.084	9.567
08 Ydervæg + 60 mm isol.	6.390	10.066	209	215	6.293	9.782
09 Solvarme til VBV	4.950	6.954	1.440	3.112	7.734	12.894
10 Solvarme også til rum	4.727	6.497	223	458	7.957	13.352
11 Solceller	-	3.753	-	2.744	-	16.095
12 Ekstra effektiv gaskedel	-	3.699	-	54	-	16.149

Tabel 8.2.2. Miljø-økonomi for energitiltagene i rækkehuset. Traditionelle byggeløsninger.

Energitiltag	Omkost. ift. miljø		Vægtet	
	kr. pr kg-CO ₂		kr. pr kg-CO ₂	
	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas
01 Ydervægge + 65 mm isol.	-1,42	-2,34	-1,42	-2,34
02 Terrændæk + 150 mm isol.	-0,16	-1,09	-0,88	-1,89
03 Loft + 200 mm isol.	2,97	0,22	0,05	-1,32
03a Skunk + 100 mm isol.	1,13	-0,41	0,15	-1,24
03b skråvæg + 100 mm isol.	5,37	1,95	0,85	-0,79
04 Vinduer karm og ramme	1,12	-0,57	0,92	-0,73
05 3-lags energiruder	2,97	0,57	1,70	-0,23
06 Nye 3-lags energiruder	0,65	0,01	1,62	-0,22
07 Bal. mek. vent. og tæt bygning	4,96	0,80	2,46	0,08
08 Ydervæg + 60 mm isol.	2,21	1,60	2,45	0,12
09 Solvarme til VBV	5,44	0,46	3,00	0,20
10 Solvarme også til rum	10,37	3,12	3,21	0,30
11 Solceller	-	1,63	-	0,53
12 Ekstra effektiv gaskedel	-	24,42	-	0,61

Tabel 8.2.3. Miljø-økonomi for energitiltagene i rækkehuset. Optimerede byggeløsninger.

Energitiltag	Omkost. ift. miljø		Vægtet	
	kr. pr kg-CO ₂		kr. pr kg-CO ₂	
	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas
01 Ydervægge + 65 mm isol.	-1,69	-2,52	-1,69	-2,52
02 Terrændæk + 150 mm isol.	-0,57	-1,43	-1,22	-2,12
03 Loft + 200 mm isol.	1,76	-0,49	-0,50	-1,68
03a Skunk + 100 mm isol.	0,29	-1,02	-0,42	-1,62
03b skråvæg + 100 mm isol.	3,68	0,87	0,13	-1,27
04 Vinduer karm og ramme	-3,04	-3,38	-0,74	-1,84
05 3-lags energiruder	-	-	-	-
06 Nye 3-lags energiruder	1,38	0,53	-0,66	-1,77
07 Bal. mek. vent. og tæt bygning	3,32	-0,08	0,33	-1,27
08 Ydervæg + 60 mm isol.	-0,09	-0,64	0,32	-1,25
09 Solvarme til VBV	3,70	-0,35	0,95	-1,03
10 Solvarme også til rum	5,89	0,94	1,09	-0,97
11 Solceller	-	-0,56	-	-0,90
12 Ekstra effektiv gaskedel	-	-3,43	-	-0,90

Tabel 8.2.4. Miljø-økonomi for energitiltagene i rækkehuset. Optimerede byggeløsninger og 50 % højere energipriser.

Energitiltag	Omkost. ift. miljø		Vægtet	
	kr. pr kg-CO ₂		kr. pr kg-CO ₂	
	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas
01 Ydervægge + 65 mm isol.	-3,23	-4,21	-3,23	-4,21
02 Terrændæk + 150 mm isol.	-2,09	-3,14	-2,74	-3,82
03 Loft + 200 mm isol.	0,22	-2,17	-2,03	-3,37
03a Skunk + 100 mm isol.	-1,25	-2,73	-1,96	-3,32
03b skråvæg + 100 mm isol.	2,14	-0,84	-1,40	-2,97
04 Vinduer karm og ramme	-4,57	-5,08	-2,27	-3,54
05 3-lags energiruder	-	-	-	-
06 Nye 3-lags energiruder	-0,14	-1,18	-2,19	-3,47
07 Bal. mek. vent. og tæt bygning	1,69	-1,87	-1,22	-2,99
08 Ydervæg + 60 mm isol.	-1,57	-2,35	-1,23	-2,98
09 Solvarme til VBV	2,08	-2,13	-0,62	-2,77
10 Solvarme også til rum	4,35	-0,78	-0,48	-2,70
11 Solceller	-	-1,93	-	-2,57
12 Ekstra effektiv gaskedel	-	-5,15	-	-2,58

8.3 Etagehus

I Tabel 8.3.1 er for etagehuset vist den samlede CO₂-udledning i kg-CO₂/år, besparelsen i CO₂-udledning i kg-CO₂/år for de enkelte energitiltag og den summerede besparelsen i CO₂-udledning i kg-CO₂/år for tiltagene for henholdsvis fjernvarme- og naturgasopvarmning.

I Tabel 8.3.2 er opgjort omkostningen ved miljøbesparelsen i kr. pr kg-CO₂ for de enkelte energitiltag over tiltagenes levetid samt den vægtede omkostning i kr. pr kg-CO₂ for tiltagene under forudsætning af traditionelle byggeløsninger. I Tabel 8.3.3 og Tabel 8.3.4 er det tilsvarende vist for henholdsvis optimerede byggeløsninger og optimerede byggeløsninger i kombination med 50 % højere energipriser.

Tabel 8.3.1. Miljøregnskab for energitiltagene i etagehuset.

Energitiltag	CO ₂ udledning		Besparelse		Summeret besparelse	
	kg-CO ₂ /år		kg-CO ₂ /år		kg-CO ₂ /år	
	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas
00	13.362	19.556	-	-	-	-
01 Ydervægge + 40 mm isol.	12.969	18.939	393	617	393	617
03 Tag + 100 mm isol.	12.632	18.410	337	529	730	1.146
04 Vinduer karm og ramme	12.000	17.419	632	991	1.362	2.137
05 3-lags energiruder	11.354	16.405	646	1.013	2.008	3.151
06 Nye 3-lags energiruder	11.046	15.921	309	485	2.317	3.635
07 Bal. mek. vent. og tæt bygning	9.350	12.251	1.696	3.670	4.012	7.305
08 Ydervæg + 60 mm isol.	9.097	11.855	253	397	4.265	7.701
09 Solvarme til VBV	7.443	9.226	1.654	2.629	5.919	10.330
10 Solvarme også til rum	7.247	8.917	197	308	6.115	10.639
11 Solceller	1.694	3.364	5.553	5.553	11.668	16.192

Tabel 8.3.2. Miljø-økonomi for energitiltagene i etagehuset. Traditionelle byggeløsninger.

Energitiltag	Omkost. ift. miljø		Vægtet	
	kr. pr kg-CO ₂		kr. pr kg-CO ₂	
	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas
01 Ydervægge + 40 mm isol.	-1,15	-2,20	-1,15	-2,20
03 Tag + 100 mm isol.	2,26	-0,03	0,43	-1,20
04 Vinduer karm og ramme	1,95	-0,23	1,13	-0,75
05 3-lags energiruder	12,65	6,59	4,84	1,61
06 Nye 3-lags energiruder	1,03	-0,81	4,33	1,29
07 Bal. mek. vent. og tæt bygning	1,88	-1,31	3,30	-0,02
08 Ydervæg + 60 mm isol.	3,67	0,87	3,32	0,03
09 Solvarme til VBV	4,47	1,31	3,64	0,35
10 Solvarme også til rum	12,19	6,29	3,91	0,53
11 Solceller	1,58	1,58	2,80	0,89

Tabel 8.3.3. Miljø-økonomi for energitiltagene i etagehuset. Optimerede byggeløsninger.

Energitiltag	Omkost. ift. miljø		Vægtet	
	kr. pr kg-CO ₂		kr. pr kg-CO ₂	
	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas
01 Ydervægge + 40 mm isol.	-1,87	-2,66	-1,87	-2,66
03 Tag + 100 mm isol.	1,20	-0,71	-0,46	-1,76
04 Vinduer karm og ramme	-3,08	-3,43	-1,67	-2,54
05 3-lags energiruder	-	-	-	-
06 Nye 3-lags energiruder	3,01	0,44	-0,06	-1,51
07 Bal. mek. vent. og tæt bygning	0,82	-1,80	0,31	-1,66
08 Ydervæg + 60 mm isol.	1,04	-0,81	0,36	-1,61
09 Solvarme til VBV	2,96	0,36	1,08	-1,11
10 Solvarme også til rum	7,10	3,05	1,28	-0,99
11 Solceller	-0,58	-0,58	0,39	-0,85

Tabel 8.3.4. Miljø-økonomi for energitiltagene i etagehuset. Optimerede byggeløsninger og 50 % højere energipriser.

Energitiltag	Omkost. ift. miljø		Vægtet	
	kr. pr kg-CO ₂		kr. pr kg-CO ₂	
	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas
01 Ydervægge + 40 mm isol.	-3,41	-4,38	-3,41	-4,38
03 Tag + 100 mm isol.	-0,34	-2,42	-1,99	-3,48
04 Vinduer karm og ramme	-4,62	-5,15	-3,21	-4,25
05 3-lags energiruder	-	-	-	-
06 Nye 3-lags energiruder	1,47	-1,28	-1,60	-3,22
07 Bal. mek. vent. og tæt bygning	-0,89	-3,68	-1,30	-3,45
08 Ydervæg + 60 mm isol.	-0,49	-2,52	-1,25	-3,41
09 Solvarme til VBV	1,41	-1,37	-0,51	-2,89
10 Solvarme også til rum	5,56	1,34	-0,31	-2,77
11 Solceller	-1,95	-1,95	-1,09	-2,49

8.4 Administrationsbygning

I Tabel 8.4.1 er for administrationsbygningen vist den samlede CO₂-udledning i kg-CO₂/år, besparelsen i CO₂-udledning i kg-CO₂/år for de enkelte energitiltag og den summerede besparelsen i CO₂-udledning i kg-CO₂/år for tiltagene for henholdsvis fjernvarme- og naturgasopvarmning.

I Tabel 8.4.2 er opgjort omkostningen ved miljøbesparelsen i kr. pr kg-CO₂ for de enkelte energitiltag over tiltagenes levetid samt den vægtede omkostning i kr. pr kg-CO₂ for tiltagene under forudsætning af traditionelle byggeløsninger. I Tabel 8.4.3 og Tabel 8.4.4 er det tilsvarende vist for henholdsvis optimerede byggeløsninger og optimerede byggeløsninger i kombination med 50 % højere energipriser.

Tabel 8.4.1. Miljøregnskab for energitiltagene i administrationsbygningen.

Energitiltag	CO ₂ udledning		Besparelse		Summeret besparelse	
	kg-CO ₂ /år		kg-CO ₂ /år		kg-CO ₂ /år	
	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas
00	10.204	13.286	-	-	-	-
01 Ydervægge + 40 mm isol.	9.993	13.003	211	283	211	283
02 Terrændæk + 150 mm isol.	9.817	12.672	176	332	387	614
03 Loft + 100 mm isol.	9.608	12.336	209	336	596	950
04 Vinduer karm og ramme	9.197	11.678	411	658	1.007	1.608
05 3-lags energiruder	8.623	10.755	574	923	1.581	2.531
06 Nye 3-lags energiruder	8.401	10.405	221	350	1.803	2.880
07 Bal. mek. vent. og tæt bygning	7.703	9.498	698	908	2.501	3.788
08 Ydervæg + 60 mm isol.	7.585	9.325	118	172	2.620	3.961
09 Solvarme til VBV	7.318	8.839	267	486	2.886	4.446
10 Laveffekt belysning	6.601	8.168	716	672	3.603	5.118
11 Solceller	1.446	3.012	5.155	5.155	8.758	10.274
12 Ekstra effektiv gaskedel	-	2.870	-	142	-	10.415

Tabel 8.4.2. Miljø-økonomi for energitiltagene i administrationsbygningen. Traditionelle byggeløsninger.

Energitiltag	Omkost. ift. miljø		Vægtet	
	kr. pr kg-CO ₂		kr. pr kg-CO ₂	
	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas
01 Ydervægge + 40 mm isol.	-1,11	-2,05	-1,11	-2,05
02 Terrændæk + 150 mm isol.	4,90	0,83	1,62	-0,49
03 Loft + 100 mm isol.	7,21	2,95	3,58	0,72
04 Vinduer karm og ramme	3,02	0,33	3,35	0,56
05 3-lags energiruder	10,89	5,19	6,09	2,25
06 Nye 3-lags energiruder	1,54	-0,40	5,53	1,93
07 Bal. mek. vent. og tæt bygning	-0,02	-0,97	3,98	1,23
08 Ydervæg + 60 mm isol.	6,76	3,32	4,11	1,32
09 Solvarme til VBV	2,64	-0,34	3,97	1,14
10 Laveffekt belysning	8,19	9,02	4,81	2,18
11 Solceller	1,62	1,62	2,93	1,90
12 Ekstra effektiv gaskedel	-	-1,14	-	1,86

Tabel 8.4.3. Miljø-økonomi for energitiltagene i administrationsbygningen. Optimerede byggeløsninger.

Energitiltag	Omkost. ift. miljø		Vægtet	
	kr. pr kg-CO ₂		kr. pr kg-CO ₂	
	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas
01 Ydervægge + 40 mm isol.	-1,44	-2,29	-1,44	-2,29
02 Terrændæk + 150 mm isol.	3,75	0,22	0,92	-0,93
03 Loft + 100 mm isol.	5,14	1,66	2,40	-0,02
04 Vinduer karm og ramme	-3,13	-3,51	0,14	-1,45
05 3-lags energiruder	-	-	-	-
06 Nye 3-lags energiruder	1,82	-0,34	0,94	-0,95
07 Bal. mek. vent. og tæt bygning	-0,61	-1,42	0,51	-1,06
08 Ydervæg + 60 mm isol.	2,39	0,32	0,59	-1,00
09 Solvarme til VBV	1,33	-1,06	0,66	-1,01
10 Laveffekt belysning	1,84	2,24	0,89	-0,58
11 Solceller	-0,56	-0,56	0,04	-0,57
12 Ekstra effektiv gaskedel	-	-3,26	-	-0,61

Tabel 8.4.4. Miljø-økonomi for energitiltagene i administrationsbygningen. Optimerede byggeløsninger og 50 % højere energipriser.

Energitiltag	Omkost. ift. miljø		Vægtet	
	kr. pr kg-CO ₂		kr. pr kg-CO ₂	
	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas
01 Ydervægge + 40 mm isol.	-2,97	-4,05	-2,97	-4,05
02 Terrændæk + 150 mm isol.	2,18	-1,49	-0,63	-2,67
03 Loft + 100 mm isol.	3,57	-0,09	0,84	-1,76
04 Vinduer karm og ramme	-4,70	-5,26	-1,42	-3,19
05 3-lags energiruder	-	-	-	-
06 Nye 3-lags energiruder	0,27	-2,05	-0,63	-2,69
07 Bal. mek. vent. og tæt bygning	-2,08	-3,03	-1,03	-2,77
08 Ydervæg + 60 mm isol.	0,85	-1,40	-0,95	-2,71
09 Solvarme til VBV	-0,25	-2,83	-0,88	-2,72
10 Laveffekt belysning	0,49	0,95	-0,61	-2,24
11 Solceller	-1,93	-1,93	-1,39	-2,09
12 Ekstra effektiv gaskedel	-	-4,89	-	-2,12

8.5 Kontorhus

I Tabel 8.5.1 er for kontorhuset vist den samlede CO₂-udledning i kg-CO₂/år, besparelsen i CO₂-udledning i kg-CO₂/år for de enkelte energitiltag og den summerede besparelsen i CO₂-udledning i kg-CO₂/år for tiltagene for henholdsvis fjernvarme- og naturgasopvarmning.

I Tabel 8.5.2 er opgjort omkostningen ved miljøbesparelsen i kr. pr kg-CO₂ for de enkelte energitiltag over tiltagenes levetid samt den vægtede omkostning i kr. pr kg-CO₂ for tiltagene under forudsætning af traditionelle byggeløsninger. I Tabel 8.5.3 og Tabel 8.5.4 er det tilsvarende vist for henholdsvis optimerede byggeløsninger og optimerede byggeløsninger i kombination med 50 % højere energipriser.

Tabel 8.5.1. Miljøregnskab for energitiltagene i administrationsbygningen.

Energitiltag	CO ₂ udledning		Besparelse		Summeret besparelse	
	kg-CO ₂ /år		kg-CO ₂ /år		kg-CO ₂ /år	
	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas
00	53.240	64.124	-	-	-	-
01 Ydervægge + 65 mm isol.	52.088	62.316	1.152	1.808	1.152	1.808
03 Tag + 100 mm isol.	51.747	61.780	341	536	1.494	2.344
04 Vinduer karm og ramme	49.229	57.829	2.518	3.951	4.012	6.295
05 3-lags energiruder	46.874	53.725	2.355	4.104	6.366	10.399
06 Nye 3-lags energiruder	46.097	52.608	777	1.117	7.143	11.516
07 Ekstra. eff. bmv og tæt bygning	41.570	46.526	4.527	6.082	11.671	17.599
08 Ydervæg + 60 mm isol.	41.058	45.722	512	804	12.183	18.402
09 Behovsstyret bmv	35.039	39.242	6.019	6.480	18.202	24.883
10 Laveffekt belysning	30.830	35.398	4.208	3.844	22.410	28.727
11 Solceller	9.999	14.566	20.831	20.831	43.241	49.558

Tabel 8.5.2. Miljø-økonomi for energitiltagene i kontorhuset. Traditionelle byggeløsninger.

Energitiltag	Omkost. ift. miljø		Vægtet	
	kr. pr kg-CO ₂		kr. pr kg-CO ₂	
	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas
01 Ydervægge + 65 mm isol.	-1,10	-2,17	-1,10	-2,17
03 Tag + 100 mm isol.	7,88	3,55	0,95	-0,86
04 Vinduer karm og ramme	1,35	-0,61	1,20	-0,70
05 3-lags energiruder	11,97	5,14	5,19	1,60
06 Nye 3-lags energiruder	2,74	0,67	4,92	1,51
07 Ekstra. eff. bmv og tæt bygning	0,10	-0,97	3,05	0,66
08 Ydervæg + 60 mm isol.	3,59	0,82	3,07	0,66
09 Behovsstyret bmv	2,93	2,43	3,02	1,12
10 Laveffekt belysning	6,60	7,61	3,70	1,99
11 Solceller	1,58	1,58	2,68	1,82

Tabel 8.5.3. Miljø-økonomi for energitiltagene i kontorhuset. Optimerede byggeløsninger.

Energitiltag	Omkost. ift. miljø		Vægtet	
	kr. pr kg-CO ₂		kr. pr kg-CO ₂	
	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas
01 Ydervægge + 65 mm isol.	-1,43	-2,38	-1,43	-2,38
03 Tag + 100 mm isol.	5,69	2,15	0,20	-1,35
04 Vinduer karm og ramme	-3,08	-3,43	-1,86	-2,65
05 3-lags energiruder	-	-	-	-
06 Nye 3-lags energiruder	2,62	0,19	0,08	-1,49
07 Ekstra. eff. bmv og tæt bygning	-0,51	-1,42	-0,15	-1,47
08 Ydervæg + 60 mm isol.	1,00	-0,84	-0,10	-1,44
09 Behovsstyret bmv	0,64	0,31	0,14	-0,98
10 Laveffekt belysning	1,18	1,68	0,34	-0,63
11 Solceller	-0,58	-0,58	-0,10	-0,61

Tabel 8.5.4. Miljø-økonomi for energitiltagene i kontorhuset. Optimerede byggeløsninger og 50 % højere energipriser.

Energitiltag	Omkost. ift. miljø		Vægtet	
	kr. pr kg-CO ₂		kr. pr kg-CO ₂	
	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas
01 Ydervægge + 65 mm isol.	-2,97	-4,10	-2,97	-4,10
03 Tag + 100 mm isol.	4,15	0,44	-1,34	-3,06
04 Vinduer karm og ramme	-4,62	-5,15	-3,40	-4,37
05 3-lags energiruder	-	-	-	-
06 Nye 3-lags energiruder	1,08	-1,53	-1,47	-3,22
07 Ekstra. eff. bmv og tæt bygning	-1,98	-3,03	-1,67	-3,16
08 Ydervæg + 60 mm isol.	-0,54	-2,55	-1,62	-3,13
09 Behovsstyret bmv	-0,75	-1,13	-1,33	-2,61
10 Laveffekt belysning	-0,17	0,40	-1,12	-2,21
11 Solceller	-1,95	-1,95	-1,52	-2,10

9 Klimaskærmens isolering

Ud over krav om, at bygninger skal opfylde energirammen, har Bygningsreglementet også krav, som begrænser varmetabet henholdsvis gennem klimaskærmen eksklusive vinduerne og gennem vinduerne. Kravet til klimaskærmen eksklusive vinduer er i dag, at det dimensionerende varmetab ikke må være større end 6 W/m²-klimaskærm eksklusive vinduer for bygninger med én etage, 7 W/m²-klimaskærm for bygninger med 2 etager og 8 W/m²-klimaskærm for bygninger med 3 etager eller mere. Kravet til vinduer er at U-værdien ikke må være større end 1,8 W/m² K.

9.1 Klimaskærm eksklusive vinduer

I Tabel 9.1.1 er vist det dimensionerende varmetab for klimaskærmen eksklusive vinduer i W/m² for de fem basisbygninger. Der er også vist det dimensionerende varmetab for klimaskærmen eksklusive vinduer for de fem eksempler svarende til at alle bygningsdele i klimaskærmen netop opfylder de nuværende krav til ombygninger. Desuden er der vist det dimensionerende varmetab for klimaskærmen eksklusive vinduer svarende til at energitiltagene til og med tiltag 3 gennemføres henholdsvis svarende til at alle isoleringstiltagene gennemføres (tiltagene til og med tiltag 8).

Tabel 9.1.1. Dimensionerende varmetab for klimaskærmen eksklusive vinduer i W/m²

Bygning	Basis	Ombygning	Tiltag - 3	Tiltag - 8
Parcelhus	5,5	5,4	4,0	3,6
Rækkehus	7,0	5,5	4,3	4,0
Etagehus	6,4	5,7	4,9	4,2
Administrationsbygning	3,7	4,2	2,8	2,6
Kontorhus	6,9	5,9	5,3	4,7

9.2 Vinduer

I Tabel 9.2.1 er vist U-værdien i W/m² K for vinduerne i de fem basisbygninger. Der er også vist U-værdien for vinduerne i de fem eksempler svarende til de netop opfylder de nuværende krav ved ombygninger. Desuden er der vist U-værdien for vinduerne svarende til at energitiltagene til og med tiltag 4 gennemføres henholdsvis svarende til at alle vinduestiltagene gennemføres (tiltagene til og med tiltag 6).

Tabel 9.2.1. Vinduernes U-værdi i W/m² K

Bygning	Basis	Ombygning	Tiltag - 4	Tiltag - 6
Parcelhus	1,43 - 1,72	1,50	1,31 - 1,47	0,88 - 1,12
Rækkehus, facade	1,46 - 1,71	1,50	1,31 - 1,47	0,89 - 1,11
Rækkehus, tag	1,73 - 1,76	1,80	1,73 - 1,76	(0,89 - 0,94)
Etagehus	1,38 - 1,52	1,50	1,27 - 1,34	0,82 - 0,94
Administrationsbygning	1,39 - 1,43	1,50	1,28 - 1,29	0,82 - 0,85
Kontorhus	1,39 - 1,87*	1,50	1,24 - 1,39	0,77 - 1,01

* Oplukkeligt felt i større vinduesparti.

10 Samlet investering

I dette kapitel er opgjort den samlede investering for at reducere de fem eksempelbygningers energibehov til henholdsvis lavenergiklasse 2, 1 og "0", idet der er set bort fra eventuelle tillæg til energirammen.

10.1 Investering

Investeringen for at opfylde henholdsvis klasse 2, 1 og "0" er vist i Tabel 10.1.1 for traditionelle byggeomkostninger. I Tabel 10.1.2 er det tilsvarende vist for optimerede byggeløsninger. Ved opgørelserne i Tabel 10.1.1 og Tabel 10.1.2 er energitiltagene blevet indført i den tidligere beskrevne nummerorden.

Investeringen for at opfylde henholdsvis klasse 2, 1 og 0 er næsten den samme i fjernvarme- og naturgasopvarmede bygninger. Mindre, tilfældige forskelle kan dog forekomme på grund af kedel eller varmeinstallation.

Når investeringen i rækkehuset er lavere end i de øvrige bygninger, skyldes det dels rækkehusets kompakte form, dels at rækkehuset som udgangspunkt i basistilfældet har et energibehov, som ligger lidt under energirammen, fordi det også skal opfylde kravet til dimensionerende varmetab gennem klimaskærmen eksklusive vinduer på maksimalt 7 W/m².

Tabel 10.1.1. Investering i kr./m²-etageareal for at forbedre bygningerne til lavenergibyggeri klasse 2, 1 og 0. Energiltag i nummerorden. Traditionelle byggeløsninger.

Bygning	Klasse 2		Klasse 1		Klasse 0	
	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas
Parcelhus	600	600	950	1.000	1.400	1.400
Rækkehus	150	250	500	550	950	1.000
Etagehus	700	700	1.000	1.000	1.400	1.400
Administrationsbygning	750	750	1.200	1.200	1.700	1.700
Kontorhus	500	500	850	850	1.300	1.300

Tabel 10.1.2. Investering i kr./m²-etageareal for at forbedre bygningerne til lavenergibyggeri klasse 2, 1 og 0. Energiltag i nummerorden. Optimerede byggeløsninger.

Bygning	Klasse 2		Klasse 1		Klasse 0	
	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas
Parcelhus	300	350	600	650	800	800
Rækkehus	150	200	300	350	600	650
Etagehus	350	350	600	600	750	750
Administrationsbygning	400	400	650	650	900	900
Kontorhus	200	200	400	400	650	650

10.2 Minimering af investering

Investeringen for at opfylde lavenergiklasse 2 og 1 kan minimeres ved at indføre energitiltagene med mindst investering i forhold til årlige energibesparelse i kr. pr. kWh/år først, se Tabel 10.2.1 og Tabel 10.2.2.

Tabel 10.2.1. Investering i kr./m²-etageareal for at forbedre bygningerne til lavenergibyggeri klasse 2, 1 og 0. Energiltag med lav investering først. Traditionelle byggeløsninger.

Bygning	Klasse 2		Klasse 1		Klasse 0	
	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas
Parcelhus	350	350	700	700	1.400	1.400
Rækkehus	100	150	450	500	950	1.000
Etagehus	500	500	900	900	1.400	1.400
Administrationsbygning	350	350	600	600	1.700	1.700
Kontorhus	250	250	650	650	1.300	1.300

Tabel 10.2.2. Investering i kr./m²-etageareal for at forbedre bygningerne til lavenergibyggeri klasse 2, 1 og 0. Energiltag med lav investering først. Optimerede byggeløsninger.

Bygning	Klasse 2		Klasse 1		Klasse 0	
	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas	Fjv.	Gas
Parcelhus	200	250	450	500	800	800
Rækkehus	50	100	250	300	600	650
Etagehus	250	250	450	450	750	750
Administrationsbygning	200	200	400	400	900	900
Kontorhus	150	150	350	350	650	650

10.3 Ny fjernvarmefaktor

Nedenfor i Tabel 10.3.1 og Tabel 10.3.2 er på tilsvarende vis opgjort investeringen, hvis energirammen alternativt strammes til 65 % af det i dag gældende kravniveau, og der samtidig indføres en fjernvarmefaktor på 0,80.

Tabel 10.3.1. Investering i kr./m²-etageareal for at forbedre bygningerne til 65 % af energirammen. Fjernvarmefaktor på 0,80. Traditionelle byggeløsninger.

Bygning	Fjv.	Gas
Parcelhus	350	700
Rækkehus	50	350
Etagehus	600	800
Administrationsbygning	750	950
Kontorhus	550	650

Tabel 10.3.2. Investering i kr./m²-etageareal for at forbedre bygningerne til 65 % af energirammen. Fjernvarmefaktor på 0,80. Optimerede byggeløsninger.

Bygning	Fjv.	Gas
Parcelhus	250	400
Rækkehus	50	200
Etagehus	300	500
Administrationsbygning	400	500
Kontorhus	250	300

I Tabel 10.3.3 og Tabel 10.3.4 er opgjort investeringen, hvis energitiltagene med mindst investering i forhold til årlige energibesparelse i kr. pr. kWh/år indføres først i relation til at energirammen strammes til 65 % af det i dag gældende kravniveau, og der indføres en fjernvarmefaktor på 0,80.

Tabel 10.3.3. Investering i kr./ m²-etageareal for at forbedre bygningerne til 65 % af energirammen. Fjernvarmefaktor på 0,80. Energiltag med lav investering først. Traditionelle byggeløsninger.

Bygning	Fjv.	Gas
Parcelhus	200	450
Rækkehus	50	300
Etagehus	200	450
Administrationsbygning	450	800
Kontorhus	250	600

Tabel 10.3.4. Investering i kr./ m²-etageareal for at forbedre bygningerne til 65 % af energirammen. Fjernvarmefaktor på 0,80. Energiltag med lav investering først. Optimerede byggeløsninger.

Bygning	Fjv.	Gas
Parcelhus	150	350
Rækkehus	50	200
Etagehus	150	300
Administrationsbygning	200	400
Kontorhus	150	250

11 Byggeomkostninger

Investeringen i energieffektivt byggeri bør sammenholdes med byggeomkostningerne i almindelighed. I dette kapitel er der vist eksempler på byggeomkostninger og deres variation i afhængighed af den valgte løsning.

11.1 Samlede byggeomkostninger

I Tabel 11.1.1 er vist orienterende samlede byggeomkostninger for forskellige typer byggeri. Omkostningerne er bestemt på samme måde investeringerne i energitiltag i de forrige kapitler, hvorfor tallene direkte kan sammenholdes.

Tabel 11.1.1. Orienterende samlede byggeomkostninger.

Bygningstype	Byggeomkostning kr. pr. m ² -etageareal
Enfamiliehuse	10.700
Række-/klyngehuse	10.000
Etagenhuse	9.800
Børneinstitutioner	11.800
Ældreinstitutioner	13.500
Folkeskoler	12.900
Højere læreanstalter	14.800
Administrationsbygninger	13.800
Hoteller	14.300
Forretninger	13.100

11.2 Lette ydervægge

I Tabel 11.2.1 er vist omkostningen til en let ydervæg med 200 mm isolering i afhængighed af facadebeklædning. 100 mm ekstra isolering inklusive krydsplanker koster 200 kr. pr. m²-ydervæg ekstra. Til sammenligning koster en hulmur i lavt byggeri med samme U-værdi 1.800 - 2.400 kr. pr. m².

Tabel 11.2.1. Omkostning til let ydervæg i afhængighed af facadebeklædning.

Regnskærm	Byggeomkostning kr. pr. m ² -ydervæg	Forskel til billigste kr. pr. m ² -ydervæg
Krydsfiner	1.510	0
Eternit	1.690	180
Klinkbeklædning	1.760	250
Brædder en på to	1.810	300
Brædder og lister	1.840	330
Cedertræ	1.950	440
Skalmur	2.660	1.150

11.3 Gulvbelægning

I Tabel 11.3.1 er på tilsvarende vis vist omkostningen til gulvbelægning på betondæk (etage- eller terrændæk) i afhængighed af gulvbelægningens type. Gulvarealet er typisk 10 - 20 % mindre end etagearealet på grund af yder- og skillevægge. Variationen i investering i gulvbelægning er således større end merinvesteringen for at bygge en bygning som et lavenergibyggeri i klasse 2, 1 eller måske også "0".

Tabel 11.3.1. Omkostning til gulvbelægning.

Gulvbelægning	Byggeomkostning	Forskel til billigste
	kr. pr. m ² -gulv	kr. pr. m ² -gulv
Gulvtæppe	310	0
Vinyl el. linoleum	340 - 370	30 - 60
Laminatgulv	370 - 390	60 - 80
Bøjleparket	740 - 880	430 - 570
Farvede gulvfliser 30x30 cm	1.220	910
Hvide gulvfliser 15x15 cm	1.570	1.260
Gulvklinker 20x20 cm	1.800	1.490
Hvide gulvfliser 10x10 cm	1.900	1.590
Gulvklinker 10x20 cm	1.960	1.650
Gulvtegl 30x30 cm	2.740	2.430

12 Konklusion

Det er umiddelbart muligt at opføre parcelhuse og andre enfamiliehuse som lavenergibyggeri klasse 2 og 1 baseret på optimerede udgaver af allerede kendte og anvendte bygge- og installationsløsninger. Sammenbyggede enfamiliehuse fx dobbelt- og rækkehuse er særligt gunstige som lavenergibyggeri på grund af deres kompakte form. Tilsvarende gælder parcelhuse i 1½-plan. Muligheden for at bygge parcelhuse som lavenergibyggeri understreges af en række eksempler på lavenergibyggeri klasse 2 og 1 samt enkelte passivhuse opført over de seneste år. Der er dog endnu ikke opført enfamiliehuse eller andet byggeri, som kan opfylde de politisk udmeldte energikrav til nybyggeriet i 2020.

Med hensyn til større bygninger som fx etageboliger, kontor, administration undervisning og institutioner er det meget begrænset, hvad der er opført af lavenergibyggeri efter de nugældende bestemmelser eller på tilsvarende niveau. Analyserne tyder dog på, at det også vil være muligt at opføre større bygninger som etageboliger, kontor, administration undervisning og institutioner som lavenergibyggeri klasse 2 baseret på optimerede udgaver af allerede kendte og anvendte bygge- og installationsløsninger.

Opgørelsen af investeringerne i nødvendige energitiltag viser, at merinvesteringen for at bygge lavenergibyggeri udgør ca. 5 % af byggeomkostningerne for lavenergibyggeri klasse 2 og ca. 10 % for lavenergibyggeri klasse 1. Merinvesteringen kan reduceres på sigt til henholdsvis ca. 3 % og 6 % ved udvikling af mere energi- og kosteffektive løsninger og komponenter. Merinvesteringen for at bygge lavenergibyggeri er således meget begrænset og væsentlig mindre end variationen i byggeomkostninger indenfor de forskellige bygningstyper.

De økonomiske analyser viser, at det er privatøkonomisk rentabelt at bygge enfamiliehuse som lavenergibyggeri klasse 2 uden for fjernvarmeområderne. Ved udvikling af mere energi- og kosteffektive løsninger og komponenter vil det på sigt endog være privatøkonomisk rentabelt at bygge enfamiliehusene som lavenergibyggeri klasse 1 udenfor fjernvarmeområderne. Baggrunden for dette er, at yderligere isoleringstiltag har en ret gunstig økonomi udenfor fjernvarmeområderne, samtidig med at en række installationstiltag som fx balanceret mekanisk ventilation med varmegenvinding og solvarme til varmt brugsvand også har gunstig økonomi.

Inden for fjernvarmeområderne er det privatøkonomisk rentabelt at bygge fjernvarmetilsluttede sammenbyggede enfamiliehuse fx rækkehuse som lavenergibyggeri klasse 2. Tilsvarende vil formodentlig også gælde andre typer kompakte enfamiliehuse som fx dobbelthuse og 1½-plan parcelhuse. For disse typer kompakte enfamiliehuse er udvikling af mere energi- og kosteffektive løsninger og komponenter ikke umiddelbart kritisk for den privatøkonomiske rentabilitet ved at bygge lavenergibyggeri, da det primært er den kompakte form, der gør dem til lavenergibyggeri klasse 2

Det er kun delvis privatøkonomisk rentabelt at bygge fjernvarmetilsluttede 1-plan parcelhuse som lavenergibyggeri klasse 2, når der ses separat på rentabiliteten af enkelttiltagene. Ses der på tiltagene som en samlet pakke, bliver grænsen for de privatøkonomisk rentable tiltag udvidet, da tiltag med ekstra god privatøkonomisk rentabilitet vil kompensere for tiltag, som er lige

knappt privatøkonomisk rentable. Ses der på enkelttiltagene separat er ca. 1/3 af dem privatøkonomisk rentable, mens det bliver ca. 2/3, hvis der ses på dem som en samlet pakke. Ved udvikling af mere energi- og kosteffektive løsninger og komponenter vil det på sigt være privatøkonomisk rentabelt at bygge fjernvarmetilsluttede 1-plan parcelhuse som lavenergibyggeri klasse 2 indenfor fjernvarmeområderne, forudsat at de nødvendige energitiltag ses som en hel pakke.

Uden for fjernvarmeområderne er det også privatøkonomisk rentabelt at bygge større bygninger fx etageboliger og kontorhuse som lavenergibyggeri klasse 2. Ufordringen er dog en lidt anden end i enfamiliehusene på grund af større elforbrug til bygningsdrift. I især mindre administrationsbygninger og lignende kræver det en vis udvikling af energi- og kosteffektive løsninger og komponenter for at det vil være helt privatøkonomisk rentabelt at opføre dem som lavenergibyggeri klasse 2, når der ses separat på rentabiliteten af enkelttiltagene.

I tilsvarende fjernvarmetilsluttede bygninger er det meget begrænset, hvad der er af privatøkonomisk rentable energitiltag. Der er således behov for en betydelig udvikling af energi- og kosteffektive løsninger og komponenter til større bygninger som etageboliger, administrationsbygninger og kontorer for at gøre det privatøkonomisk rentabelt at opføre disse bygninger som lavenergibyggeri i klasse 2.

I fx undervisningsbygninger og institutioner må der forventes samme økonomiske forhold som i de tilsvarende etageboliger, administrationsbygninger og kontorer.

Da fjernvarmetilsluttede bygninger har lavere primært energibehov og CO₂ udledning end tilsvarende bygninger med anden varmforsyning, vil det være væsentligt at bevare og helst udbygge fjernvarmetilslutningen indenfor fjernvarmeområderne. Forudsætningen er, at fjernvarmesystemets energieffektivitet stadig forbedres, og at miljøbelastningen fra fjernvarmeproduktionen fortsat reduceres, samtidig med at fjernvarmen i højere grad baseres på vedvarende energi især solenergi.

I enfamiliehusene vil en energifaktor på fjernvarmen på fx 0,80 og en tilsvarende højere generel stramning af energirammen kunne bruges til at udligne de privatøkonomiske forskelle mellem huse opvarmet med fjernvarme og huse opvarmet med andre energikilder. Konsekvensen vil dog uundgåeligt være, at der bliver forskel i investeringsbehovet i de to kategorier af huse.

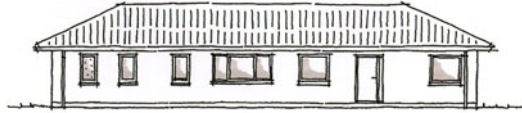
En separat energifaktor på fjernvarmen er til gengæld ikke en tilstrækkelig løsning i relation til større bygninger, hvor en væsentlig del af energibehovet til bygningsdrift består af el. Hvis man ønsker at indføre en separat energifaktor af hensyn til enfamiliehusene, vil det være nødvendigt at supplere den med andre faktorer, der kan tage højde for de særlige forhold i større bygninger, som har en betydelig andel af energibehovet som el.

Der er store forskelle i de enkelte fjernvarmesystemers energi- og miljømæssige karakteristika samt deres afregningspriser. Konklusionerne vedrørende fjernvarmetilsluttede bygninger i denne analyse er baseret på energileveringsvægtede middeldata for fjernvarmen i Danmark. Der kan forekomme store forskelle mellem de her anvendte middeldata og data for et givet fjernvarmesystem, som det kan være nødvendigt at tage højde for, hvis der ønske etableret et differentierede regelsæt for håndtering af fjernvarmetilsluttede bygninger.

Når solceller på et tidspunkt i fremtiden bliver privatøkonomisk rentable, vil det ændre hele billedet, da det så med de nugældende regler for indregning af el fra solceller i bygningernes energibehov, vil blive privatøkonomisk rentabelt at opnå et energibehov på nul eller endog en negativ værdi, næsten uafhængigt af hvordan bygningen i øvrigt isoleres eller hvilke installationer, der ellers udføres i den. Dette er ikke et problem i dag med den nuværende pris på solceller, men det bør nok overvejes på forhånd, hvordan det skal håndteres, når situationen, om forhåbentlig ikke alt for mange år, opstår.

Som supplement til energirammekravene vil det være relevant også at skærpe kravene til enkeltkomponenter, installationer og bygningsdele i klimaskærmen samt til klimaskærmens samlede varmetab. Fordelen ved at supplere med komponentkrav er, at der sikres en langsigtet udvikling af energi- og kosteffektive løsninger, at byggeriets energieffektivitet kan blive mere overskueligt og kontrollerbart samt, at byggeriet kan gøres robust over for fremtidige ændringer i fx energiforsyning og energipriser. Dertil kommer, at komponentkrav kan modvirke sub-optimering indenfor nybyggeriet, hvor der alene fokuseres på at vælge de løsninger, som giver de laveste byggeomkostninger, uden hensyn til den mere langsigtede drifts- og energiøkonomi.

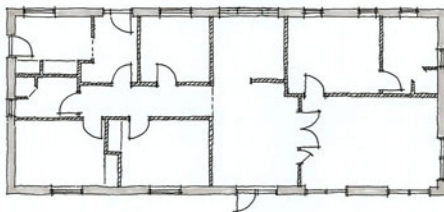
Bilag 1. Basis parcelhus



Parcelhuset nord og syd facade



Parcelhuset øst og vest gavl



Parcelhusets grundplan. Nord er opad.

Parcelhuset er et længehus i 1-plan på 150 m². Vinduer og døre har et areal på 22 % i forhold til etagearealet. Hovedparten af vinduesarealet er mod syd. Parcelhuset er fra eksempelsamlingen på Erhvervs- og Byggestyrelsens hjemmeside.

Loft

Loftet har en U-værdi på 0,12 W/m² K, svarende til 300 mm isolering.

Ydervægge

Der er tunge ydervægge med 150 mm isolering og 30 mm kuldebroafbrydelse i vindues- og dørfalse, som giver en U-værdi på 0,24 W/m² K.

Fundamenter

Ydervægsfundamenter er med 3 skifter letklinkerblokke i toppen, med isoleret kerne i de 2 øverste blokke og et linjetab på 0,13 W/m K.

Gulv

Terrændækket har en U-værdi på 0,13 W/m² K svarende til 220 mm isolering udlagt på kapilarbrydende lag, alternativt 500 mm letklinker eller kombination af disse.

Vinduer

Vinduerne er med 2-lags energiruder og varm kant.

Skillevægge

Skillevægge er i letbeton.

Ventilation

Der naturlig ventilation med udeluftventiler i beboelsesrummene og aftrækskanaler fra køkken og bad samt almindelig emhætte i køkken.

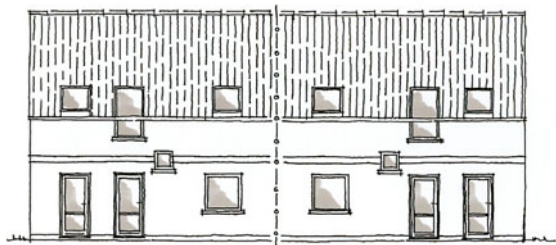
Varmeforsyning

Der er et kondenserende naturgasfyr med 96 % virkningsgrad ved fuldlast og 104 % ved 30 % dellast i henhold til CE-mærkningen.

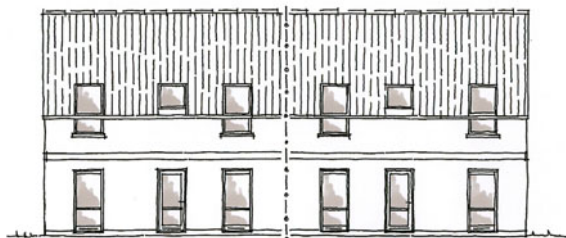
Varmeanlæg

Der er gulvvarme i alle rum. Fordelingsrør til varme og varmt vand er trukket øverst i isoleringslaget under betonen i terrændækket. Rør, armaturer, ventiler og pumper er isoleret efter kravene i DS 452.

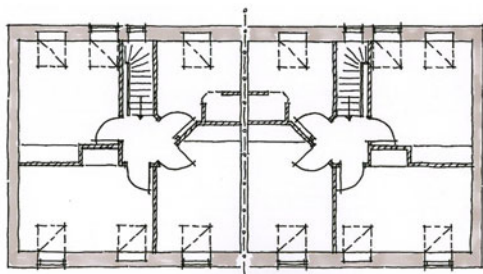
Bilag 2. Basis rækkehus



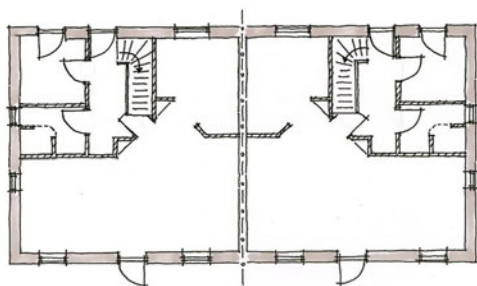
Rækkehuset nordfacade



Rækkehuset sydfacade



Rækkehuset 1. sal



Rækkehuset stueplan

Rækkehuset består af 10 ens huse i én rækken, hver med et etageareal på 132 m². Husene er i 1½-plan med stue, alrum, køkken, bryggers og et badeværelse i stue-etagen samt tre værelser og badeværelse på 1.sal. Der er 18,3 % vinduesareal i forhold til etagearealet. Vinduesarealet er næsten lige-
ligt fordelt mod nord og syd, dog med mest mod syd. Rækkehuset er fra ek-
sempelsamlingen på Erhvervs- og Byggestyrelsens hjemmeside.

I basis rækkehuset i eksempelsamlingen på Erhvervs- og Byggestyrelsens hjemmeside har det styrende for isoleringen i klimaskærmen været det oprindelige krav om et dimensionerende varmetab fra klimaskærmen eksklusive vinduer på maksimalt 6 W/m². Da dette krav efterfølgende er ændret og i BR08 angivet til maksimalt 7 W/m², er isoleringen i basis eksemplet i beregninger her ændret således, at rækkehuset netop opfylder det aktuelle krav.

Loft, skunk- og skråvæg

Loft, skunk- og skråvægge har en U-værdi på 0,19 W/m² K, svarende til 200 mm isolering.

Ydervægge

Der er tunge ydervægge med 125 mm isolering og 30 mm kuldebroafbrydelse i vindues- og dørfalser, som giver en U-værdi på 0,30 W/m² K.

Fundamenter

Ydervægsfundamenter er med 3 skifter letklinkerblokke i toppen, med isoleret kerne i de 2 øverste blokke og et linjetab på 0,13 W/m K.

Gulv

Terrændækket har en U-værdi på 0,15 W/m² K svarende til ca. 180 mm isolering udlagt på kapilarbrydende lag, alternativt 400 mm letklinker eller kombination af disse.

Vinduer

Vinduerne er med 2-lags energiruder og varm kant.

Skillevægge

Skillevægge i stue-etagen er i letbeton. Skillevægge på 1. sal er med træskelet.

Ventilation

Der naturlig ventilation med udeluftventiler i beboelsesrummene og aftrækskanaler fra køkken og bad samt almindelig emhætte i køkken.

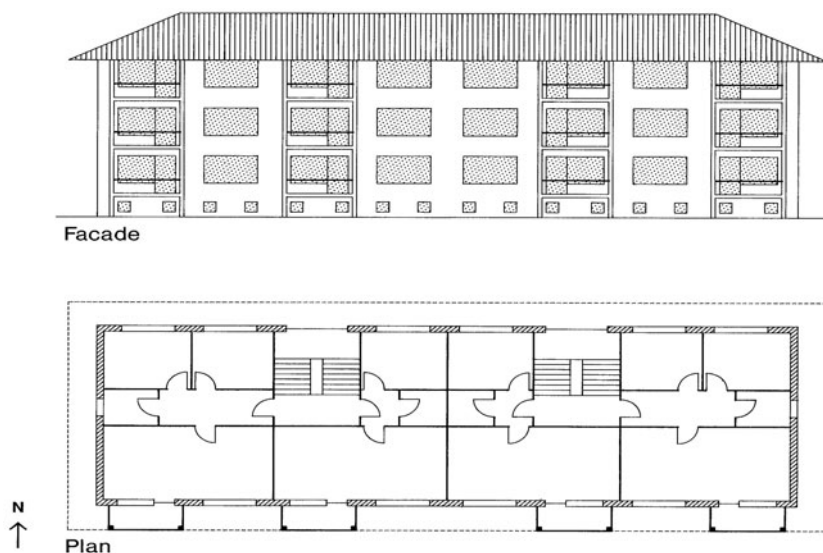
Varmeforsyning

Der er et kondenserende naturgasfyr i hvert hus med 96 % virkningsgrad ved fuldlast og 104 % ved 30 % delast i henhold til CE-mærkningen.

Varmeanlæg

Der er gulvvarme i alle rum. Fordelingsrør til varme og varmt vand er trukket øverst i isoleringslaget under betonen i terrændækket. Rør, armaturer, ventiler og pumper er isoleret efter kravene i DS 452.

Bilag 3. Basis etagehus



Etagehuset sydfacade og etageplan.

Etagehuset er en ejendom i 3 etager med et opvarmet etageareal på 1081 m², hvor hver etage er på 360 m². Der er 6 små lejligheder på 66 m² og 6 store lejligheder på hver 91 m². Der er 22,5 % vinduesareal i forhold til etagearealet. Hovedparten af vinduesarealet i lejlighederne er mod syd. Der er store glaspartier i trapperummene mod nord. Etagehuset er både i SBI-anvisning 213: Bygningers energibehov og i eksempelsamlingen på Erhvervs- og Byggestyrelsens hjemmeside.

Tag

Taget er fladt og har en U-værdi på 0,15 W/m² K, svarende til 250 mm isolering i gennemsnit over taget.

Ydervægge

Der er tunge ydervægge med 150 mm isolering og 30 mm kuldebroafbrydelse i vindues- og dørfalser, som giver en U-værdi på 0,25 W/m² K.

Kælderdæk

Kælderdækket har en U-værdi på 0,30 W/m² K, svarende til 125 mm isolering.

Vinduer

Vinduerne er med 2-lags energiruder og varm kant.

Skillevægge

Skillevægge er i beton.

Ventilation

Der er mekanisk udsugning fra køkken og badeværelse med en luftstrøm på 35 l/s pr. lejlighed. Ventilationsraten i de små lejligheder er 0,53 l/s pr. m². Ventilationsraten i de store lejligheder er 0,38 l/s pr. m²

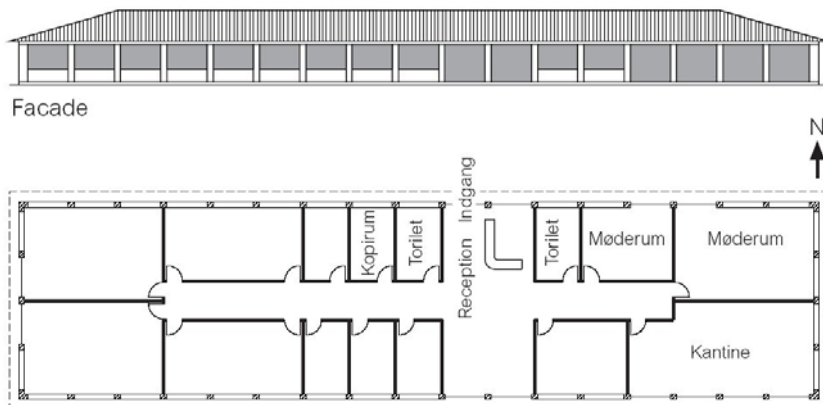
Varmeforsyning

Etagehuset opvarmes med fjernvarme.

Varmeanlæg

Der er radiatorer i alle rum. Fjernvarmeveksler og varmtvandsbeholder står i den uopvarmede kælder. Der er vandret fordeling med rør på langs af kælderen og fire sæt lodrette stigstreng. Cirkulationen på det varme brugsvand slutter i lejlighederne på 1. sal. Rør, armaturer, ventiler og pumper er isoleret efter kravene i DS 452.

Bilag 4. Basis administrationsbygning



Administrationsbygning. Sydfacade og etageplan.

Administrationsbygningen er i ét plan. Det opvarmede etageareal er 650 m². Bygningens udvendige mål er 51,6 m × 12,6 m. Arealet af vinduer og yderdøre svarer til 31,0 pct. af det opvarmede etageareal. Administrationsbygningen kommer fra SBI-anvisning 213: Bygningers energibehov.

Loft

Loftet har en U-værdi på 0,12 W/m² K, svarende til 300 mm isolering.

Mursøjler

Mursøjlerne er med 150 mm isolering og 30 mm kuldebroafbrydelse i vindues- og dørfalse, som giver en U-værdi på 0,24 W/m² K.

Brystninger

Brystningerne er med 175 mm isolering, som giver en U-værdi på 0,22 W/m² K.

Remme

Remmene er med 200 mm isolering, som giver en U-værdi på 0,22 W/m² K.

Fundamenter

Ydervægsfundamenter er med 3 skifter letklinkerblokke i toppen, med isoleret kerne i de 2 øverste blokke og et linjetab på 0,13 W/m K.

Gulv

Terrændækket har en U-værdi på 0,13 W/m² K svarende til 220 mm isolering udlagt på kapilarbrydende lag, alternativt 500 mm letklinker eller kombination af disse.

Vinduer

Vinduerne er med 2-lags energiruder og varm kant.

Skillevægge

Skillevægge er i lette materialer.

Ventilation

Der er balanceret mekanisk ventilation i møderum og kantine samt mekanisk udsugning fra toiletter og kopirum. I resten af bygningen er der naturlig ventilation.

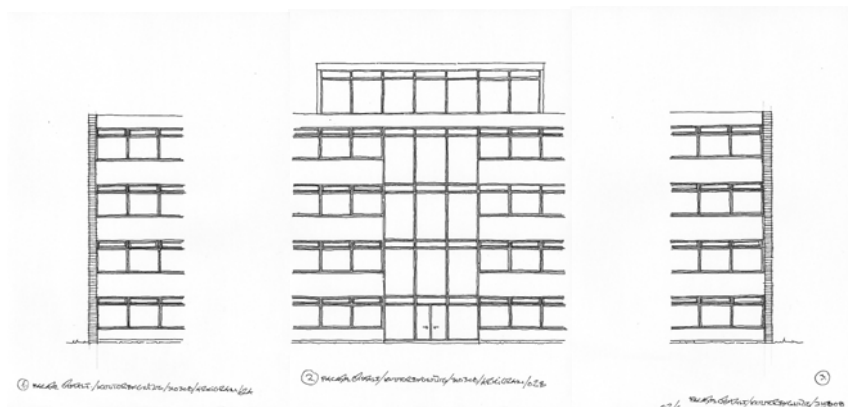
Varmeforsyning

Bygningen opvarmes med en kondenserende gaskedel.

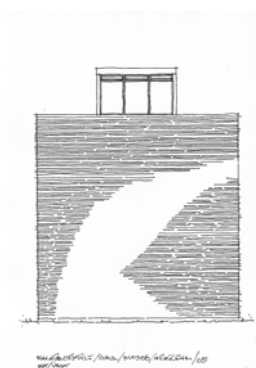
Varmeanlæg

Der er radiatorer i alle rum. Installationerne er samlet i en kerne tæt ved toiletter og kantine. Rør, armaturer, ventiler og pumper er isoleret efter kravene i DS 452.

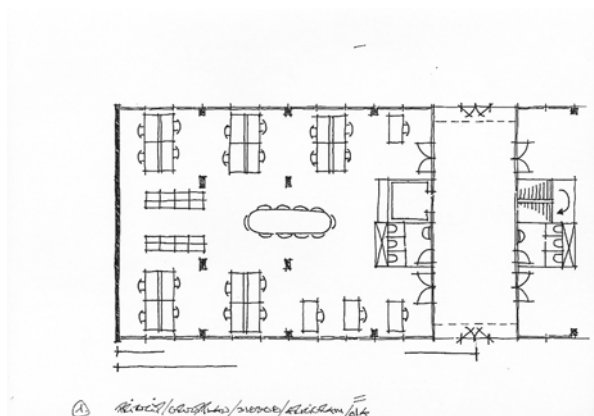
Bilag 5. Basis kontorhus



Kontorhuset facader



Kontorhuset gavle



Kontorhuset etageplan

Kontorhuset er i 4 etager med et opvarmet etageareal på 3283 m². Bygningen er 50,7 m x 16,4 m. Der er et opvarmet teknikrum på taget og en uopvarmet kælder. Loftshøjden er 2,80 m i arealerne ved facaden og 2,50 m i et midterareal for at skabe plads til langsgående ventilationskanaler. Etagehøjden er 3,60 m. Facaderne har store vinduesbånd med udluftningsvindue, et fast glasparti og en isoleret brystning. Ud for trapperummet er der glas i alle felter. Facaderne vender mod syd og nord. Facaden mod nord og syd er ens. Der er 27,2 pct. vinduesareal i forhold til etagearealet og 44,0 pct. i forhold til det samlede facadeareal.

Basis kontorhuset er udarbejdet til eksempelsamlingen på Erhvervs- og Byggestyrelsens hjemmeside, men er endnu ikke lagt ind på hjemmesiden.

Taget

Taget har en U-værdi på 0,15 W/m² K, som normalt kan opnås med 250 mm isolering.

Gavle

Der er tunge gavle med en U-værdi på 0,27 W/m² K, som normalt kan opnås med 125 mm isolering.

Fyldningspartier

Fyldningspartierne i facaderne har en U-værdi på 0,28 W/m² K, som normalt kan opnås med 125 mm isolering.

Kælderdæk

Kælderdækket har en U-værdi på 0,30 W/m²K, som normalt kan opnås med 125 mm isolering.

Vinduer

Vinduerne er med 2-lags energiruder og varm kant.

Solafskærmning

Der er udvendig solafskærmning med en afskærmningsfaktor på 0,2 foran alle vinduer bortset fra de nordvendte. Solafskærmningen styres automatisk, således at den aktiveres ved direkte sol på facaden.

Skillevægge

Skillevægge om kernen er i beton.

Ventilation

Der er mekanisk ventilation med varmegenvinding i kontorerne. Ventilationsanlægget er med konstant volumenstrøm. Ventilationsraten er 1,2 liter/sek. pr. m² opvarmet etageareal. Varmegenvindingsanlægget har en temperaturvirkningsgrad på 0,75. Ventilationsanlægget har et specifikt elforbrug til lufttransport, SEL på 2,1 kJ/m³. Anlægget kører om natten i varme perioder. Der er automatisk styrede åbnere på udluftningsvinduerne. Der er udsugning uden varmegenvinding fra toiletter.

Belysning

Der er en belysning på 200 lux i kontorerne og på 50 lux i alle andre rum. Den installerede effekt til belysning er 8 W pr. m² opvarmet etageareal i kontorerne og 5 W pr. m² opvarmet etageareal i andre rum. Belysningen i kontorerne er opdelt i 6 rækker på langs af facaden, hvor hver række styres kontinuerligt efter dagslystilgangen. I trapperummet slukkes belysningen automatisk ved høj dagslystilgang. Om natten er der lys på trappe og i elevator samt i udvalgte lysarmaturer i trapperum og i midterzonen i kontorerne.

Varme og varmt brugsvand

Kontorhuset opvarmes med radiatorer fra fjernvarme. Fjernvarmeveksler og varmtvandsbeholder står i den uopvarmede kælder. Der er et sæt lodrette stigstrengene til fordeling af varme og varmt brugsvand på hver side af trapperummet i kernen midt i bygningen. Det varme brugsvand er forsynet med cirkulation. Rør, armaturer, ventiler og pumper samt ventilationskanaler og aggregat er isoleret efter kravene i DS 452.

Bilag 6. Eksempler på lavenergibyggeri

Nedenfor er en række eksempler på lavenergibyggeri opført indenfor de senere år efter de nye regler i bygningsreglementet om lavenergibyggeri indført i 2006. Oversigten indeholder også byggerier, som er under opførelse, men har fået byggetilladelse i henhold til de nye regler i bygningsreglementet. Desuden er der enkelte eksempler på lavenergibyggeri opført som passivhuse eller tilsvarende.

Enfamiliehuse

Fremtidens Parcelhuse

Parcelhusområde med lavenergi huse klasse 2 og 1 opført af forskellige byggefirmaer.

Yderligere information: <http://www.fremtidensparcelhuse.dk>

Stenløse Syd

Parcelhusområde med lavenergi huse opført af forskellige byggefirmaer:

Yderligere information: <http://www.stenloesesyd.dk>

Komforthusene

10 passivhuse opført i Skibet ved Vejle. Yderligere information:

<http://www.komforthusene.dk>

Ebeltoft

Passivhus opført i 2007. Yderligere information:

<http://lavenergi.rockwool.dk/sw106392.asp>

Seest

Lavenergihus opført 2005 i Seest ved Kolding. Yderligere information:

<http://www.rockwool.dk/sw57167.asp>

Løjt Kirkeby

Lavenergihus klasse 1 opført i Løjt Kirkeby ved Åbenrå. Yderligere information:

<http://www.rockwool.dk/sw92825.asp>

Bolig for livet

Energinetral konceptbyggeri ved Århus. Yderligere information:

http://www.velfac.dk/Privat/Bolig_for_livet

SIB ZERO+

Plus energihus under opførelse i Sønderborg. Yderligere information:

<http://lavenergi.rockwool.dk/sw112667.asp>

Typehusproducenter

Typehusproducenter med lavenergi huse klasse 2 eller 1 eller passivhuse på produktprogrammet. Yderligere information:

<http://www.danhaus.dk>

<http://www.dansknybyg.dk/helle-index.html>

<http://www.eurodan-huse.dk/>

<http://www.harresoe.dk/>

<http://www.hjemas.dk>

<http://www.hornsherredhus.dk>

<http://www.kfs-boligbyg.dk>
<http://www.lasselarsenbyg.dk>
<http://www.trelleborg.dk/>

Tæt-lav og etageboliger

Lærkehaven

130 almene tæt-lav boliger som lavenergihus klasse 1 og passivhus under opførelse i Lystrup ved Århus til Ringgården. Yderligere information:
<http://www.bf-ringgaarden.dk/>

Rønnebækhave

Lavenergi etagebolig med 8 lejligheder i Næstved. Yderligere information:
<http://passivhus.aau.dk/Nyheder/806238>

H2College

66 ungdomsboliger opført som passivhus i Herning. Yderligere information:
<http://www.h2college.dk/>

Golfen

Passivhus etageboliger under opførelse ved Kolding. Yderligere information:
<http://www.golfen-kolding.dk/> og <http://golfen.rockwool.dk/sw105122.asp>

Administration, undervisning og institution

VKR Holding

Nyt domicil for VKR Holding i Hørsholm opført som lavenergiklasse 2. Yderligere information: <http://www.vkr-holding.com/3,-d-,0%20Vaerdigrundlag/3,-d-,6%20Miljoe.aspx>

Company House III

Nyt kontorhus i Kolding i Lavenergiklasse 2 opført af NCC til bl.a. Alectia. Yderligere information:
<http://www.alectia.com/website/ALECTIA/Emner/Aktuelt/Baeredygtighed/Referencer/CompanyHouseIII.aspx>

Green Lighthouse

CO₂-neutral centerbygning på Københavns Universitet. Yderligere information: <http://greenlighthouse.ku.dk>

Børneinstitution i Hørsholm

Ny børneinstitution som lavenergibyggeri. Yderligere information:
http://www.horsholm.dk/Nyheder/Pressemeddelelser/November_2008/klima_venlig_inst.htm

Det er muligt at opføre boliger og andre bygninger som lavenergibyggeri klasse 2 og 1 baseret på optimerede udgaver af allerede kendte og anvendte bygge- og installationsløsninger.

Analyserne i rapporten har alene til formål at vurdere den privatøkonomiske rentabilitet for bygningsejere ved stramning af Bygningsreglementets energirammekrav til nyt byggeri.

Analyserne er udført for Erhvervs- og Byggestyrelsen samt Energistyrelsen og indgår i arbejdet med at udarbejde en ny energistrategi i 2009. Strategien forventes blandt andet at munde ud i nye, skærpede energikrav til nybyggeriet i Bygningsreglementet fra 2010, samt en skitse for yderligere stramning af energikravene til nybyggeriet i 2015 og 2020.

1. udgave, 2009

ISBN 978-87-563-1362-9